

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності **131 Прикладна механіка**
(код і назва)

на тему: Синхронізація циліндрів.

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

Лопатюк Олександр Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Ганпанцурова О.С., к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Консультант з охорони праці асистент Ковтун А.І.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н. доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний
(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) О.Ф. Луговський
(прізвище ініціали)

“ ____ ” _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Лопатюку Олександрю Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема проекту: Синхронізація циліндрів

керівник проекту Ганпанцурова О.С., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 22 ” травня 2019 року № 1326-с

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст пояснювальної записки _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо) _____

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	асист. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: *Синхронізація циліндрів*

студента 4 курсу, групи МА-5
(шифр групи)

Лопатюка Олександра Юрійовича

Ганпанцурова О.С., к.т.н., доцент

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ВИКОНАВЧИХ ОРГАНІВ СИСТЕМ ГІДРОПРИВОДУ	7
1.1 Способи синхронізації гідродвигунів.....	7
1.2 Синхронізація дросельного типу	8
1.2.1 Синхронізація за допомогою дроселів.....	9
1.2.2 Синхронізація за допомогою регуляторів витрати.....	11
1.2.3 Синхронізація за допомогою діляника потоку	13
1.3 Синхронізація об'ємного типу.....	16
1.3.1 Синхронізація за допомогою насосів.....	16
1.3.2 Синхронізація за допомогою насос-моторів	18
1.3.3 Синхронізація за допомогою послідовного підключення циліндрів 20	
1.3.4 Синхронізація за допомогою двох тандем-циліндрів.	22
Висновок до розділу 1	23
РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ АТРАКЦІОНУ ...	25
2.1 Опис роботи системи	25
2.2 Модернізація гідравлічної системи	26
2.3 Вибір робочої рідини.....	29
2.4 Розрахунок гідравлічної системи.....	31
2.4.1 Розрахунок витрат	32
2.4.2 Розрахунок тисків.....	34
2.4.3 Розрахунок гідравлічних втрат	35
2.5 Тепловий розрахунок.	49
2.6.1 Розрахунок товщини стінки гідроциліндра.	51
Висновки до розділу 2	53

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Виконав					Лит.		Лист	Листов
Перевірів								
Н. Контр.					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ			Арк.
Утв. керів.								1
Зм. в. в. в. в. в.		№ докум.	Підпис	Дата				

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	54
3.1. Технологічний контроль креслення	55
3.2 Аналіз технології виробництва деталі та вибір заготовки.....	55
3.3 Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки поверхонь	56
3.4 Креслення деталі	61
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
4.1 Характеристика об'єкту	63
4.2 Мікроклімат	64
4.3 Освітлення	65
4.4 Електробезпека.....	68
4.5 Пожежна безпека.....	69
4.6. Забезпечення безпеки при дії небезпечних і шкідливих чинників в робочому приміщенні з ПК.....	69
Висновки до розділу 4	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасних машинах і механізмах часто використовується гідравлічний привід. Як і будь-який інший привід, гідравлічний привід має як сильні, так і слабкі сторони. Незаперечним і вагомим плюсом гідравлічного приводу є наявність хорошого лінійного двигуна - гідроциліндра. Гідроциліндри отримали широке застосування і розповсюдження в багатьох сферах людського життя. Гідроциліндри широко застосовують у всіх галузях техніки, наприклад, в будівельно-дорожніх, землерийних, підйомно-транспортних машинах, в авіації і технологічному обладнанні - металорізальних верстатах, ковальсько-пресових машинах. Також гідравлічний привід є невід'ємною частиною атракціонів. Він в рази скорочує час та зусилля під час монтажу атракціонів. Також його застосовують для керування захисними пристроями та безпосередньо для приведення в рух атракціону. Саме тому коли привід виходить з ладу, це приносить масу клопоту та великі фінансові втрати. До того ж ремонт гідравлічного приводу зазвичай дуже кропіткий та довгий.

А так як моя робота напряму зв'язана з атракціонами, то метою даного проекту стала модернізація гідравлічного приводу атракціону Екстрим.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ВИКОНАВЧИХ ОРГАНІВ СИСТЕМ ГІДРОПРИВОДУ

1.1 Способи синхронізації гідродвигунів

Синхронізація руху виконавчих органів машин і механізмів широко застосовується в різних галузях машинобудування. У пресобудуванні синхронізація руху необхідна при переміщенні траверс пресів, в верстатобудуванні - при переміщенні супортів верстатів, в технологічних операціях – при завантаженні і розвантаженні, в підйомно-транспортних механізмах - при підйомі і переміщенні вантажів. Застосування гідравлічних пристроїв синхронізації особливо перспективно для великогабаритного потужного устаткування - прокатних станів, комплексів для безперервного розливання сталей, потужних і надпотужних крокуючих екскаваторів, потужних підйомних механізмів і т.п.

Системи синхронізації руху виконавчих робочих органів гідрофіцірованих машин застосовуються в наступних випадках:

- для синхронного переміщення штоків гідроциліндрів;
- для синхронного повороту валів неповноповоротних гідромоторів;
- для синхронного обертання валів гідромоторів;

Відповідно до прийнятої в теорії автоматичного регулювання термінології, всі системи синхронізації руху виконавчих робочих органів гідрофіцірованих машин підрозділяються на синхронні і синфазні.

Синхронні системи характеризуються тим, що вони забезпечують лише узгодженість швидкостей переміщення, при цьому не враховуючи положення органів машини один щодо одного. В процесі роботи машини може накопичуватися помилка в відносному положенні робочих органів, яка як правило є небажаною. Це змушує вводити в такі системи додаткові пристрої зв'язку, що призводять по мірі накопичення помилки до її компенсації, тобто повертають систему до її вихідного (початкового) положення.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Синфазні системи відрізняються від синхронних тим, що вони поряд із забезпеченням узгодженості швидкостей переміщення здійснюють і узгодженість взаємного положення робочих органів гідрофікованої машини. Будь-яка синфазна система є синхронною.

На рис.1.1 приведена класифікація способів синхронізації виконавчих органів гідрофіційованих машин і механізмів.

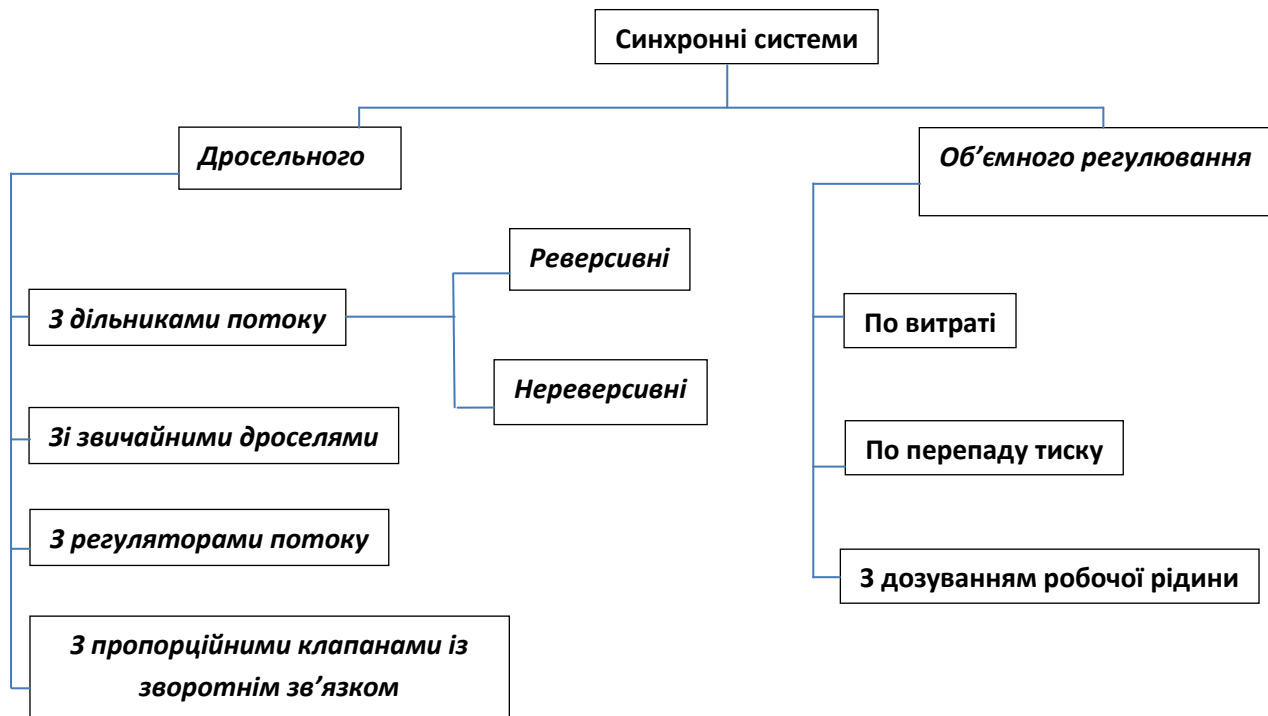


Рис.1.1 Класифікація способів синхронізації виконавчих органів гідродвигунів [1]

Оскільки одним із завдань проекту буде синхронізація декількох гідродвигунів ,розглянемо більш детально ці способи і оберемо найбільш раціональний.

1.2 Синхронізація дросельного типу

До числа основних вимог, що висуваються до створюваних машин і устаткування, відноситься мінімізація масогабаритних параметрів їх приводів як для забезпечення оптимальної компоновки, так і для полегшення монтажу

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і експлуатації таких приводів надалі. При проектуванні багатодвигунових гідроприводів з синхронним режимом руху їх виконавчих органів вельми важливий вибір синхронізатора, що має невеликі розміри і забезпечує прийнятну величину неузгодженості швидкостей їх руху. Цим умовам багато в чому відповідають синхронізатори дросельного типу, які в порівнянні з синхронізаторами об'ємного типу, мають мінімальні габарити і масу.[2]

Розглянемо основні різновиди синхронізаторів дросельного типу і умови їх застосування в приводах різного призначення.

1.2.1 Синхронізація за допомогою дроселів

Гідравлічні схеми синхронізації руху гідроциліндрів з застосуванням дроселів (рис. 1.2) забезпечують лише приблизну синхронізацію при значних швидкостях. Застосовувати такі схеми при малих значеннях швидкостей (при витраті через дросель менше 1 л / хв) не рекомендується, так як прохідні отвори в дроселях з плином часу можуть засмічуватися і синхронність переміщення буде порушуватися. Точність синхронізації при дросельному способі регулювання невисока; неузгодженість становить 10-12%.

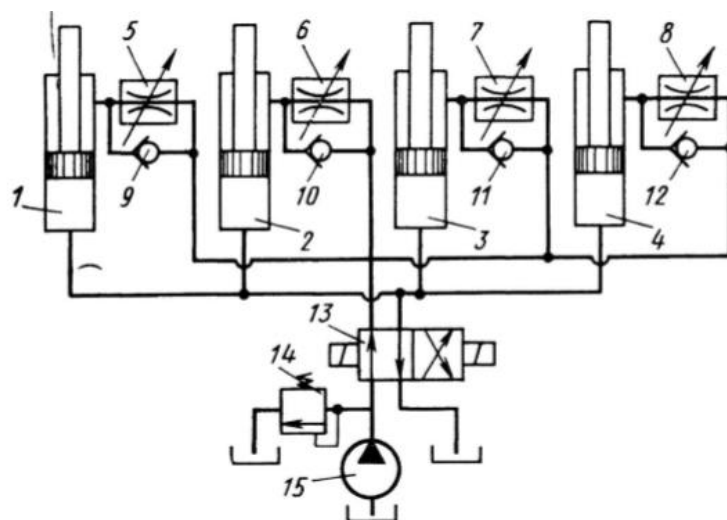


Рис.1.2 Гідравлічна схема синхронізації чотирьох гідроциліндрів з застосуванням дроселів.[3]

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При переміщенні штоків гідроциліндрів 1-4 вниз, робоча рідина надходить в штокові порожнини гідроциліндрів через регульовані дроселі 5-8 (рис 1.2). Надлишок робочої рідини зливається через переливний клапан 14. Синхронність роботи досягається шляхом відповідного налаштування дроселів 5-8. При перемиканні розподільника 13 отримуємо прискорений хід вгору за рахунок вбудованих паралельно дроселям зворотних клапанів 9-12. У цьому випадку робоча рідина витісняється з штокової порожнини циліндрів на злив, минаючи дроселі 5-8.

У розглянутій схемі продуктивність насоса 15 вибирається дещо більшою витрати робочої рідини через дроселі 5-8.

Розглянутий привід з конструктивної точки зору вельми простий і компактний, дозволяє легко забезпечити «дожим» відстаючого циліндра на завершальній ділянці ходу. Також до переваг цього приводу можна віднести можливість його використання при ручному управлінні, так як для роботи необхідно перемикає всього один розподільник.[3]

До недоліків даного приводу слід віднести порівняно велику неузгодженість швидкостей руху циліндрів, яка при незмінній величині діючих на них масових навантажень в реальних умовах експлуатації може досягати 10%. Пояснюється це тим, що в процесі експлуатації змінюються сили тертя циліндрів, сили тертя в напрямних, шляхові втрати тиску в трубопроводах при зміні температури навколишнього середовища. Перераховані причини зумовлюють відхилення перепадів тиску на дроселях щодо розрахункових величин, що в свою чергу веде до зміни витрат, що проходять через дроселі, і відповідно до зміни швидкості руху циліндрів. У тих випадках, коли навантаження на циліндри змінюється в значних межах, застосування такого варіанту синхронізації є проблематичним. До того ж при великій різнонавантаженості гідродвигунів збільшується дроселювання масла, що веде до зменшення ККД, росту енерговитрат, підвищення температури масла і як наслідок - до прискорення його старіння.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.2 Синхронізація за допомогою регуляторів витрати

Більш точну синхронізацію можна отримати, застосовуючи дросель з регулятором витрати типу, який менш чутливий до зміни навантаження і різниці в навантаженнях.[4]

Для отримання синхронного руху в обох напрямках можна використовувати схему, зображену на рис.1.3.[4] Циліндри 6 і 9 схильні до різних навантажень G_1 і G_2 , а їх виконавчі механізми позбавлені жорстких зв'язків. Регулятори витрати 7 і 8 підключені в схему, утворену зворотними клапанами 2, 3, 4, 5 і 10, 11, 12, 13. Тому, незалежно від напрямку руху поршнів, рідина через регулятор завжди проходить тільки в одному напрямку. При підйомі поршнів з штокової порожнини циліндрів 6 і 9 рідина вичавлюється до розподільника 1 і далі в бак через апарати 6-2-7-4-1 і 9-13-8-11-1. Підведення рідини при підйомі походить від розподільника через зворотний клапан апарату 14.

При перемиканні золотника в розподільнику в положення а рідина до циліндрів підводиться по двох напрямках через апарати 1-3-7-5-6 і 1-12-8-10-9(рис. 1.3). Відбувається опускання поршнів.

До нижніх порожнин циліндрів підключений апарат 14, напірний золотник якого створює протитиск, необхідний для запобігання різкого опускання поршнів під дією масового навантаження. Розподільник в положенні 0 дозволяє зробити зупинку поршнів в будь-якому положенні.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

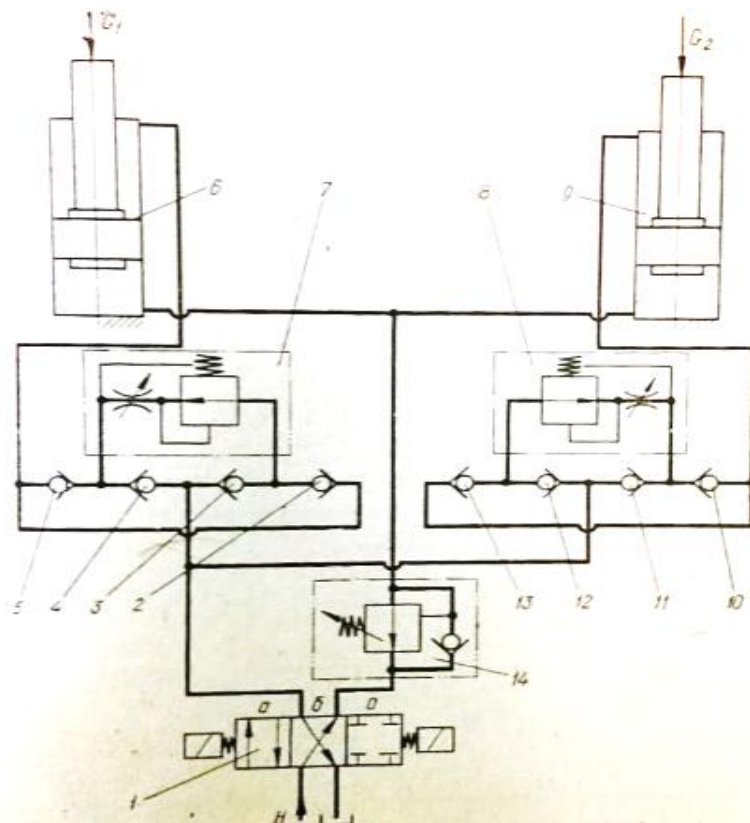


Рис.1.3 Гідравлічна схема, що забезпечує синхронну роботу циліндрів за допомогою регуляторів витрати[5]

Регулятори витрати мають невеликі габарити і надійні в експлуатації, відносно прості в конструкції. При зміні навантаження від нуля до номінального значення, зміна витрати через такий регулятор не перевищує 5-8%. При цьому зі зменшенням діапазону зміни навантаження похибка синхронізації знижується.[5] Ще однією перевагою варіанту синхронізації з використанням регулятора витрати є можливість застосування циліндрів різного діаметру для забезпечення синхронного переміщення об'єктів, що мають різну масу. В цьому випадку для підйому об'єкта, що має найменшу масу, використовують циліндр, діаметр якого менше діаметра більш навантаженого циліндра. Співвідношення зазначених діаметрів доцільно вибирати таким чином, щоб забезпечити рівність робочих тисків в поршневих порожнинах обох циліндрів.

При дотриманні зазначеної умови забезпечується підвищення ККД приводу і скорочення енерговитрат при виконанні операції підйому, а також

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшення сумарної маси циліндрів і їх вартості. Недоліками даного способу є велика кількість регуляторів потоку та зворотніх клапанів.

1.2.3 Синхронізація за допомогою дільника потоку

Дільники потоку або ділильні клапани застосовуються, як правило, при паралельному підключенні гідродвигунів в систему. Сутність їх роботи полягає в тому, що загальний потік рідини, що надходить від насоса, розділяється дільниками на дві рівні частини, незалежно від відмінності навантажень, що діють на гідродвигуни.[6]

Однією з переваг такого пристрою в порівнянні з раніше розглянутими варіантами синхронізації, є можливість варіювання величини швидкості руху гідродвигунів (шляхом зміни витрати, що подається на вхід дільника від насоса) при збереженні синхронного режиму роботи.

Більш універсальним є дільник-суматор потоку, за допомогою якого здійснюється синхронний рух гідродвигунів як в прямому напрямку, так і в зворотному (тобто при реверсі). Ці пристрої нерідко називають також реверсивними порціонерами.[6]

На рис.1.4 показані гідравлічні схеми односторонньої синхронізації, в яких дільник потоку встановлений на вхідній магістралі (рис.1.4, а) і суматор потоку - на зливній магістралі (рис.1.4, б). При установці дільника потоку на вхідній магістралі в одному або обох циліндрах може виникнути кавітація при впливі на гідродвигун навантаження, яке діє в напрямку висування штоків. При установці ж суматора потоку на відводящій магістралі кавітація в циліндрах неможлива і розподіл рідини здійснюється більш точно.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

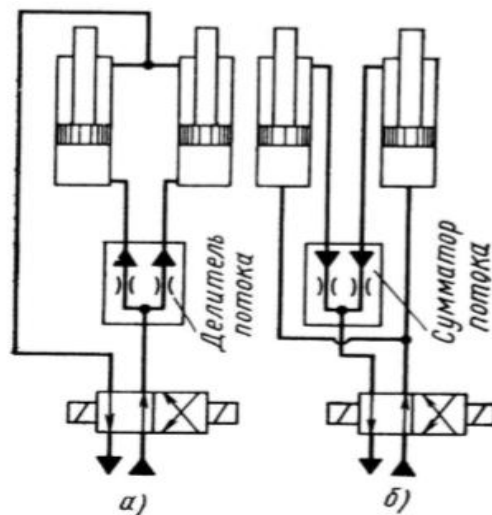


Рис.1. 4 Схема установки: а - дільника потоку на входній магістралі; б - сумматора потоку на вихідній магістралі[6]

Дільники потоку при однакових навантаженнях забезпечують ефективну синхронізацію з похибкою 1-2%, а при великій різниці навантажень до 5%. Гідравлічний опір дільників потоку великий і створює перепад тиску в 1 і більше МПа.

Особливістю застосування дільників потоку в системах з синхронно працюючими циліндрами є необхідність використання циліндрів однакового діаметра. З цієї причини операція підйому циліндрів в синхронному режимі в разі великої різниці діючих на них навантажень характеризується значним дроселюванням масла, що надходить через дільник в поршневу порожнину менш навантаженого циліндра, що обумовлює зниження ККД приводу, зростання температури масла і скорочення терміну його служби.[7] З урахуванням цих обставин дільники потоку доцільно застосовувати в приводах невеликої потужності, в приводах періодичної дії або в приводах, у яких відмінність навантажень на гідродвигуни невелика. В інших випадках доцільно використовувати синхронізатор у вигляді регуляторів витрати.

Якщо вимоги до точності синхронізації невеликі, і навантаження на гідродвигуни постійні, то до складу приводу доцільно включати набір дроселів, оскільки такий привід має просту структуру і мінімальну вартість.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.4 Синхронізація за допомогою пропорційних клапанів зі зворотнім зв'язком

Регулятор потоку (3) контролює витрату Q_1 , тим самим контролює і швидкість гідроциліндра (1) рис.1.5

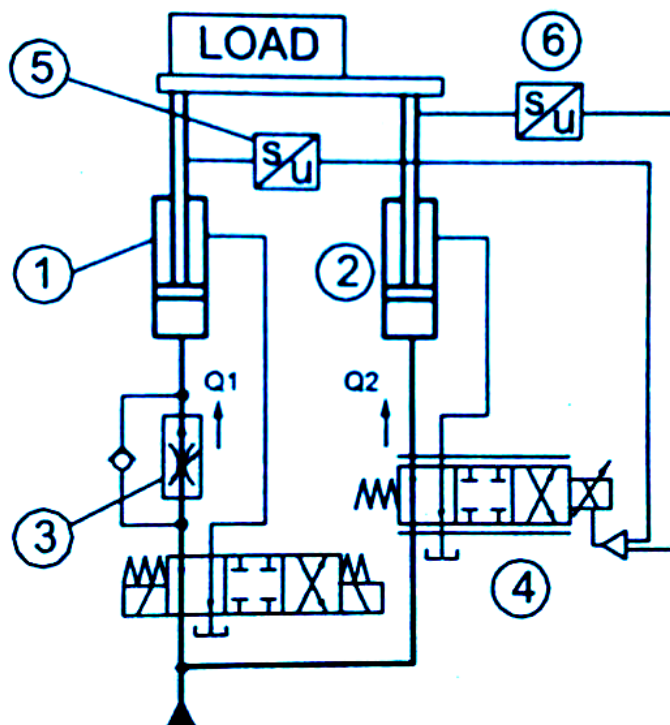


Рис. 1.5. Схема пропорційного керування замкнутого типу

Додаткові електро-гідравлічні системи управління контролюють витрату Q_2 тим самим контролюючи швидкість гідроциліндру (2), синхронізуючи її до швидкості циліндра (1).

Данна система забезпечує надзвичайно точний контроль швидкості та точне позиціонування. Електро-гідравлічний привід є гнучкою альтернативою механічному та гідравличному приводам. Пропорційне керування замкнутого типу може використовуватися для роботи з різними навантаженнями, або зовнішніх збурень діючих на гідравлічну систему.

1.3 Синхронізація об'ємного типу

При виборі об'ємного синхронізатора того чи іншого типу для створюваних приводів необхідно враховувати наступні фактори:

- точність (похибка) синхронізації, а також її залежність від навантаження на двигун;
- габарити і маса синхронізатора, оскільки до сучасного обладнання зазвичай пред'являються високі вимоги до мінімізації його масогабаритних параметрів;
- питання комплектації приводу відповідними гідроагрегатами.

Розглянемо основні різновиди об'ємних синхронізаторів і можливості їх застосування.

1.3.1 Синхронізація за допомогою насосів

На рис.1.6 представлена гідросхема приводу підйому, в якій синхронізація циліндрів Ц1 і Ц2 здійснюється за допомогою двосекційного насоса Н.[8] По суті, це дві самостійні схеми, об'єднані загальним приводом. Підйом об'єктів G1 і G2 проводиться при перемиканні розподільників Р1 і Р2 в ліву позицію, а опускання - при їх перемиканні в праву. При цьому в процесі опускання масло з поршневих порожнин циліндрів Ц1 і Ц2 витісняється в бак через перепускні клапани ПК1 і ПК2.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

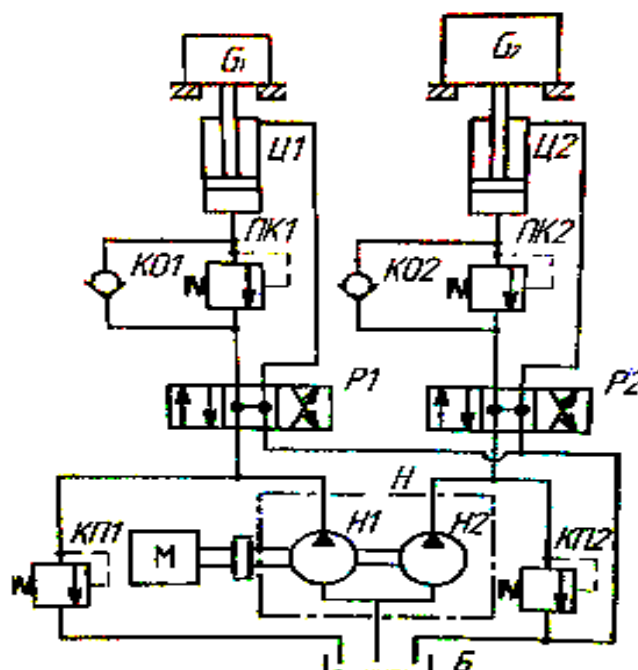


Рис.1.6 Гідросхеми приводу з двосекційним насосом[8]

Розглянутий привод дозволяє здійснювати режим «дожиму» відстаючого циліндра. Якщо, наприклад, циліндр Ц1 першим завершить свій робочий хід при підйомі, то відстаючий циліндр Ц2 продовжить рух вгору. В цей період часу масло від насоса Н1 буде витіснятися в бак через запобіжний клапан КП1. Фіксація цих циліндрів в піднятому положенні здійснюється з допомогою зворотніх клапанів КО1, КО2 і перепускних клапанів ПК1, ПК2.

Цілком очевидно, що для виключення «сповзання» циліндрів при непрацюючому приводі зазначені апарати повинні мати абсолютну внутрішню герметичність. Цій вимозі з метою зменшення похибки синхронізації повинні задовольняти і запобіжні клапани КП1 і КП2.

Певним недоліком аналізованого варіанта синхронізації є вельми обмежена номенклатура двосекційних насосів. Тому для розширення можливостей застосування приводів з об'ємною синхронізацією в багатьох випадках доцільно орієнтуватися на інший варіант, що містить двовальний електродвигун з підключеними до нього насосами Н1 і Н2 (рис.1.7).[8]

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

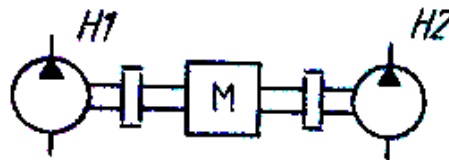


Рис.1.7. фрагмент гідросхеми приводу з двохвальним Електродвигуном.[9]

Такий варіант хоча і поступається раніше розглянутому з точки зору компактності, проте істотно полегшує питання комплектації проєктованих приводів. Необхідно, однак, мати на увазі, що потрібно застосовувати однотипні насоси як правого, так і лівого обертання. Досить ефективним є також варіант, що містить роздавальну зубчасту коробку, вхідний вал якої з'єднаний з електродвигуном, а вихідні вали - з насосами.

При використанні такого варіанту полегшується вибір насосів і гідродвигунів з числа тих, що серійно випускаються, а необхідне значення лінійної швидкості циліндрів або кутової швидкості гідромоторов легко забезпечується шляхом вибору відповідної величини передавального відношення зубчастих пар. Крім того, за допомогою цього варіанту досить просто забезпечити синхронний рух трьох і більше гідродвигунів. Основними недоліком такої схеми є необхідність розробки, виготовлення і розміщення на машині зубчастої коробки.

Ще одним ефективним варіантом є використання нерегульованого і регульованого насосів, з'єднаних, наприклад, з двохвальним електродвигуном. При цьому представляється можливим застосовувати насоси різних типів і забезпечувати вельми високу точність синхронізації.

1.3.2 Синхронізація за допомогою насос-моторів

На рис.1.8 представлена гідросхема приводу підйому, в якому підйом і опускання циліндрів Ц1 і Ц2 в синхронному режимі відбувається за

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою спарених насос-моторів ГМ1 і ГМ2 (моторного синхронізатора) при перемиканнях розподільника Р відповідно в ліву чи праву позицію. Для дожима відстаючого циліндра на кінцевій ділянці підйому служать перепускні клапани ПК1 і ПК2, тиски настройки яких трохи більше величин робочого тиску в поршневих порожнинах зазначених циліндрів. За допомогою перепускного клапана ПК3, налаштованого на невеликий тиск, практично виключається зростання тиску в цих поршневих порожнинах в процесі опускання. Для запобігання розрідження в поршневих порожнинах по завершенні опускання до складу приводу включені зворотні (підживлювальні) клапани КО2 і КО3.[10]Таким чином коли один з циліндрів, наприклад Ц2, що має трохи більшу швидкість руху, завершить переміщення вниз і зупиниться, циліндр Ц1 під дією своєї масової навантаження ще деякий час буде опускатися, продовжуючи витіснити масло зі своєї поршневої порожнини через насос-мотор ГМ1 і дросель Др в бак. При цьому буде обертатися і насос-мотор ГМ2, створюючи розвантаження в поршневій порожнині нерухомого циліндра Ц2.

Для забезпечення надійного підживлення поршневих порожнин необхідно в процесі проектування приводу вибирати або розробляти зворотні клапани з мінімальним зусиллям підтискання їх пружин, а бак розташовувати на достатній висоті. Якщо остання умова по конструктивним міркуванням виконати неможливо, то слід використовувати, наприклад, герметичний бак з надлишковим тиском. При аналізі роботи такого приводу неважко помітити, що операцію підняття гідромашина ГМ1 виконує в режимі гідромотора, а гідромашина ГМ2 в режимі насоса. При виконанні операції опускання режим роботи кожної змінюється на зворотній.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

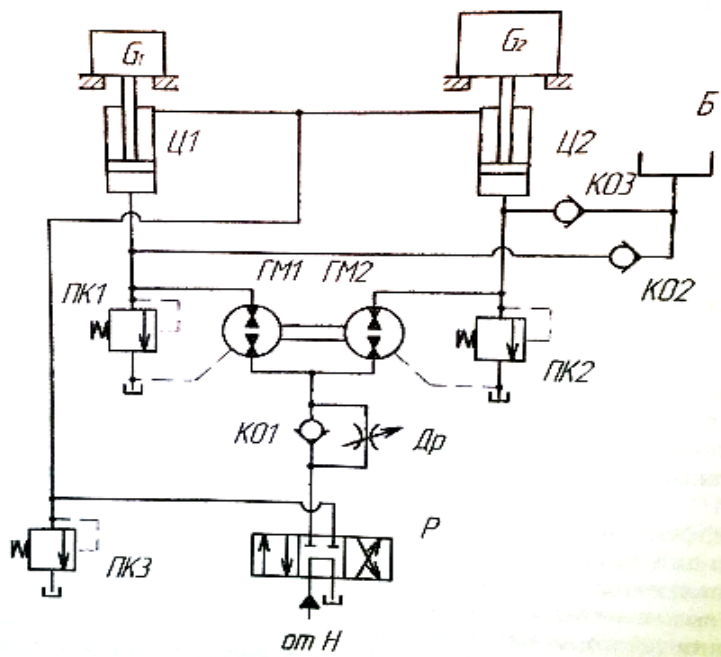


Рис.1.8. Гідросхема приводу зі спареними насос-моторами[11]

З цієї причини в таких приводах в якості моторного синхронізатора необхідно застосовувати реверсивні і оборотні гідромашини. Розглянутий привод нескладний у виготовленні, має прийнятні масогабаритні параметри і може забезпечити досить високу точність синхронізації. З досвіду використання гідромоторів для цієї мети відомо, що поршневі гідромотори забезпечують точність синхронізації в межах 1-2%, пластинчасті - до 3%, шестеренні - 3 - 4% за умови, що різниця тисків в вихідних порожнинах гідромоторів не перевищує 25%.[8] Крім того, використання такого приводу вельми ефективно при ручному управлінні, оскільки для здійснення робочих рухів гідродвигунів достатньо перемикає один розподільник.

1.3.3 Синхронізація за допомогою послідовного підключення циліндрів

У цьому випадку рівність швидкостей переміщуваних об'єктів забезпечується за допомогою самих виконавчих гідродвигунів шляхом їх послідовного з'єднання (рис.1.9), причому всі циліндри ,за винятком

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

першого, повинні мати двосторонній шток. Крім того, діаметри поршнів циліндрів і діаметри їх штоків повинні бути відповідно однакові.

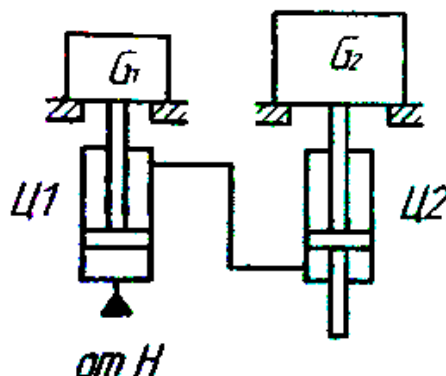


Рис1.9. Послідовне підключення гідроциліндрів

Такий спосіб синхронізації широкого застосування не отримав, оскільки має ряд істотних недоліків.[12] По перше, в конструкції машини необхідно передбачати відповідні площі як для розміщення циліндрів з двостороннім штоком, так і для переміщення цих штоків. Найбільшим ступенем цей недолік проявляється при використанні довгоходові циліндрів. По-друге, вартість циліндрів з двостороннім штоком, виготовлених за індивідуальним проектом, в кілька разів перевищує вартість серійних циліндрів з одностороннім штоком. По-третє, для здійснення «дожима» відстаючих циліндрів до складу приводу необхідно включати значну кількість клапанно-розподільної апаратури, що викликає як ускладнення конструкції приводу, так і його експлуатації. Крім того, тиск, що розвивається насосом такого приводу при підйомі визначається (на відміну від раніше представлених приводів) сумарною вагою переміщуваних об'єктів, внаслідок чого неможливо використовувати такий спосіб синхронізації в приводах, призначених для підйому значних мас і циліндрів з порівняно невеликими діаметрами. За цих причин даний спосіб синхронізації доцільно застосовувати в малонавантажених приводах з короткоходовими циліндрами.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.4 Синхронізація за допомогою двох тандем-циліндрів.

Одним з цікавих способів об'ємної синхронізації гідродвигунів є синхронізація за допомогою двох тандем-циліндрів.[13] На рис.1.9 зображена схема синхронізації за допомогою тандем-циліндрів. Тандемні гідроциліндри представляють із себе виконану у вигляді єдиного блоку послідовність гідравлічних циліндрів, що мають загальний шток. В корпусі є чотири отвори для трубопроводів(рис 1.10). Тандем-циліндри рухаються синхронно, і передача зусилля відбувається за допомогою перехресного гідравлічного зв'язку. Якщо один з циліндрів заклинить, то обидва циліндри зупиняться. Перед зупинкою циліндрів зусилля передається на відстаючий циліндр і змушує цей циліндр рухатися.



Рис.1.10. Синхронізація за допомогою тандем-циліндрів.[13]

Два зворотних клапана (C), що живляться від підпірного клапана з тиском налаштування близько 5,1 атмосфер, встановленого в зливний лінії, забезпечують підживлення масла в закриті порожнини тандемних циліндрів. Двохлінійний, закритий в початковому положенні розподільник (D), який встановлений в трубопроводі, що з'єднує між собою циліндри тандемного типу, відкривається для вирівнювання циліндрів в кінці ходу. Через витки крізь ущільнення поршня циліндри можуть вийти з синхронізації. Розподільник (D) відкривається, коли кінцеві вимикачі (E) і (F) не

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрацьовують одночасно при русі циліндрів назад. Коли один з вимикачів спрацьовує першим, розподільник (D) відкривається і дозволяє рідині перетікати з однієї порожнини двохштокового циліндра в іншу, поки обидва вимикачі не спрацюють. Якщо один циліндр відстає, то на нього впливає інший циліндр, за допомогою гідравлічного зв'язку між тандемними циліндрами. Це дозволяє забезпечити високу точність при синхронізації. Якщо навантаження занадто великі, то обидва циліндра зупиняються.

До переваг даної схеми варто віднести високий ККД, невелику кількість гідравлічної апаратури, високу точність синхронізації. Такий привід легко справляється з внецентровими навантаженнями. Незалежно від положення вантажу на майданчику, тиск в робочих порожнинах одноштокових циліндрів завжди буде однаковим.

Висновок до розділу 1

Перевагами схеми синхронізації з використанням синхронізаторів дросельного типу є простота, невисока вартість, невеликі масогабаритні параметри. Якщо вимоги до точності синхронізації невисокі і навантаження на гідродвигуни постійні, то до складу приводу доцільно включати набір дроселів. Однак використання дросельних синхронізаторів не завжди ефективно, особливо в разі різнонавантаженість гідродвигунів. Чим більше різнонавантаженість, тим менше ККД приводу, що призводить до зростання енерговитрат, підвищення температури масла і до прискорення його старіння. У таких випадках доцільно використовувати об'ємні синхронізатори, для яких характерні мінімальні втрати тиску і достатня точність синхронізації в разі різнонагруженості гідродвигунів. В таблиці 1.1 приведенні способи синхронізації та їх точність.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Способи синхронізації та їх точність

Таблиця 1.1

Точність швидкості	Н омер	Синхронізація за допомогою :	Властивості
10%	1	Дільник потоку	Просто, дешево
	7	Сумматор потоку	Малі втрати потужності
5%	2	Регулятор потоку	Регульована швидкість
	3	Насоси	Відсутність гнучкості
2%	5	Одноштокови й циліндр	Спеціальний циліндр
1%	4	Двоштоковий циліндр	Додатковий простір
	6	Тандем циліндр	Додатковий циліндр
Менше 1 %	8	Пропорційні клапани зі зворотнім зв'язком	Комплексна дорога структура

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ АТРАКЦІОНУ

2.1 Опис роботи системи

Атракціон у зібраному виді представляє собою полупричіп, розміри якого 2,5х16,0х4,0м (рис.2.1).

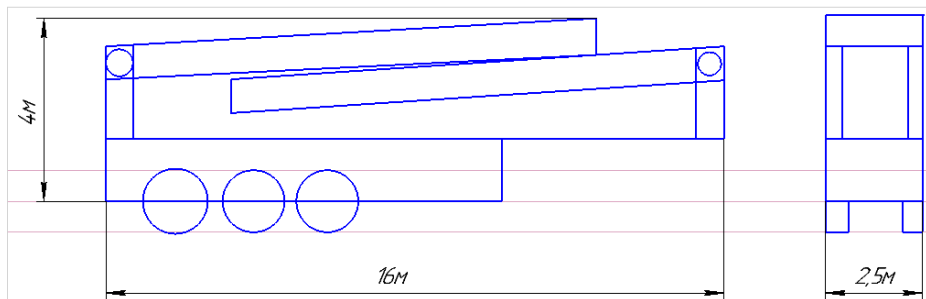


Рис 2.1. Габаритні розміри полупричіпу

Першим етапом монтажу атракціону є виставлення причіпу в рівень, що є обов'язковою умовою для безпечної роботи. Для виставлення причіпу використовуються 4 гідроциліндри Ц1,Ц2,Ц3,Ц4 з ходом 450 мм, діаметром поршня 80мм та діаметром штока 40 мм, кожен з яких керується шестилінійними трьохпозиційними пропорційними розподільниками з ручним керуванням Р1,Р2,Р3,Р4 (рис.2.2). В гідроциліндрах Ц1,Ц2,Ц3,Ц4 на вході і на виході встановлені гідрозамки для підпору і безпечного підняття причіпу. Гідроциліндри розташовані вертикально до низу по 1 в кожному куті причіпу та кріпляться до рами.

Після того як причіп виставлений в рівень, він ставиться на лапи і знімається з гідравліки, відстань штока до землі має складати від 2 до 5 см.

Наступним етапом є підняття 2 стріл і з'єднання їх між собою. Стріли з'єднуються за допомогою двох циліндрів Ц5,Ц6 з ходом 3800мм, діаметром поршня 110мм та діаметром штока 100мм, кожен з яких керується шестилінійним трьохпозиційним пропорційним розподільником Р5,Р6

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідно. В гідроциліндрах Ц5, та Ц6 на вході та на виході встановленні гідрозамки ЗК для підпору та безпечного підняття стріл та їх з'єднання. Гідроциліндри розташовані вертикально під кутом ,з'єднані з причіпом та зі стрілами через провушину. Після того як стріли з'єднані між собою, ми продовжуємо монтаж і наступним етапом є з'єднання між собою рамен та кріплення сидінь .

Наступним етапом є підняття підлоги, здійснюємо це за допомогою чотирьох гідроциліндрів Ц7,Ц8,Ц9,Ц10 з робочим ходом 350 мм, діаметром поршня 80мм та діаметром штоку 40мм. Гідроциліндри Ц7,Ц8,Ц9,Ц10 спрацьовують одночасно та керуються двома чотирьохлінійними трьохпозиційними розподільниками з електромагнітним управлінням. Також у гідроциліндрах Ц7,Ц8,Ц9,Ц10 встановленні гідрозамки на вході для підпору у витягнутому положенні, на виході вони відсутні за непотрібності, так як при опусканні на циліндри не діє додаткове навантаження . Гідроциліндри розташовані вертикально вгору та кріпляться до рами причіпу.

На цьому монтаж закінчується , тепер розміри атракціону складають 16x10x16 мал .Загальна маса причіпу складає 35 т.

Гідравлічна система атракціону оснащена насосною станцією в якій встановлено гідронасос шестеренний 2SK-10EFR12LEFR12S з номінальним робочим об'ємом 10 см³ ,частотою обертання 950 об/хв, подачею 14 л/хв тиском на виході 300 бар та потужністю 2 кВт, та електродвигун змінного струму 1LA7130-6AA11 з напругою 380/220 В, частотою 50 Гц, частотою обертання 950 об/хв з потужністю 3/3,45 кВт.

2.2 Модернізація гідравлічної системи

Метою даної роботи була модернізація гідравлічного приводу атракціонна, з ціллю збільшення надійності та довговічності його роботи. На основі отриманої гідравлічної схеми атракціону був проведений аналіз і

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зроблені висновки ,щодо того як можна покращити дану систему .В першу чергу нам потрібно було синхронізувати роботу двох пар гідроциліндрів а саме Ц7 ,Ц9 та Ц8,Ц10 (рис 2.2) .Дослідивши різні способи синхронізації гідродвигунів було прийнято рішення додати до гідравлічної системи три дільники-суматори потоку ДП1, ДП2, ДП3 .

Так як дільники-суматори потоку значною мірою впливають на температуру робочої рідини ,через значне дроселювання ми зробили тепловий розрахунок , на основі розрахунків якого ми додали теплообмінник Т .

Наступним кроком було збільшення надійності під час монтажу та демонтажу. Проаналізувавши схему ми побачили, що опускання стріл не є досить безпечним для оператора тому було прийнято рішення додати два клапани тиску КТ3 і КТ4 на виході з циліндрів Ц5 та Ц6 для підпору .

Також для збільшення довговічності роботи циліндрів Ц5 та Ц6 ми прийняли конструктивне рішення, зробили розрахунки та додали регульований демпфер, щоб уникнути биття поршня по кришці.

Під час аналізу було виявлено що на всмоктувальній лінії перед насосом відсутній фільтр тому з метою збереження цілісності насосу був доданий фільтр Ф1 грубої очистки ,а до фільтру Ф2 був доданий датчик забрудненості.

Взимку при низьких температурах необхідно прогрівати маслостанцію, тому для прокачки та розвантаження системи ми додали трьохлінійний двопозиційний розподільник Р9 з електрогідравлічним управлінням .

Однією с проблем також є необачність людей ,або неухажність оператора , для вирішення цієї проблеми було встановлено світові датчики , у разі спрацювання яких система відключається , що в свою чергу в рази зменшує ризики отримання травм.

На практичному досвіді було виявлено таку проблему, як відсутність зливу масла з баку та доступу до нього. Через цю проблему довелося різати

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бак щоб замінити масло. Для вирішення цієї проблеми ми додали кран КРЗ та повітряний фільтр ПП.

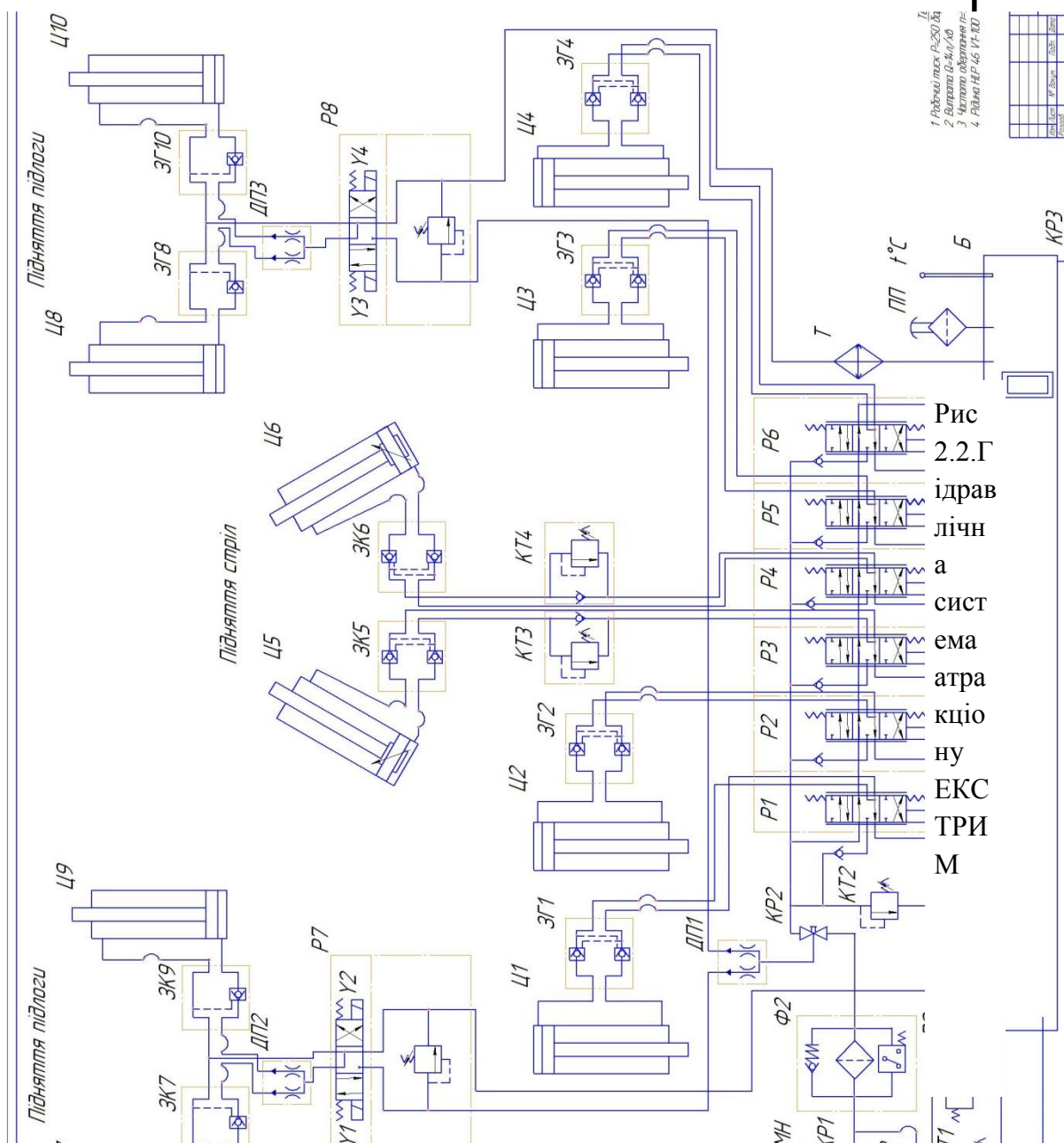
Для збільшення кількості роботи циклів за годину зробили автоматичне підняття та опускання підлоги на початку та в кінці циклу. Досягли цього результату завдяки додаванню до циліндрів Ц7,Ц8,Ц9,Ц10 герконів.

Дані про гідроапарати

Таблиця 2.1

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
ДП1,ДП2,ДП3	Дільник-суматор потоку VDF12C	3	Q=25-35 л/хв P= 25МПа
Ф1	Фільтр всмоктувальної серії Icron 725	1	Q=20л/хв P=35МПа Δ= 100мкм
КТ3,КТ4	Клапан тиску OLEOWEB VMDR 1140	1	Q=20л/хв P=35 МПа
Т	Danfoss XB 51L-1-30 Кількість пластин-30	1	Q=25 л/хв P=25 МПа

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2.3 Вибір робочої рідини

Робоча рідина, поруч із функцією робочого середовища змащує поверхні, які труться, охороняє їх від корозії, охолоджує гідравлічну систему, видаляє із системи продукти зношування пар, які труться.

Комплекс вимог, що висувається до робочих рідин, дуже широкий, тому підібрати робочу рідину, яка б краще задовольняла їм всім одночасно, практично неможливо.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки гідравлічна система атракціону функціонує в умовах: від -30 до +30 °С та під відкритим небом. Найбільше підходящою робочою рідиною є мінеральне масло.

Загальна характеристика.

Гідравлічні масла HLP- напірні рідини для роботи в гідросистемах с тиском, складаються з нафтопродуктів з активними присадками, зменшуючими інтенсивність старіння і небезпеку затирання на поверхностях при змішаном терті.

Область застосування

Стандартне застосування масла знайшли в багатьох гідросистемах, в яких підвищення температури може призвести до скорочення терміну служби масла, а наявність води в маслі викликає корозію .

Забезпечує:

- Продовження терміну експлуатації,
- Зменшення зношування поверхні елементів тертя в системах гідравлічних насосів,

Застосування

Гідравлічні оливи HLP призначені, головним чином, для використання в системах передачі сили і приводу, а також гідравлічного управління високого навантаження, тобто в гідравлічних, механічних передачах, передачах регулювання і управління, а також іншому подібному обладнанні, яке працює у важких умовах при підвищеній температурі і вологості навколишнього середовища

Технічні характеристики масла HLP:

Клас в'язкості по ISO : 30 DIN 51519

Щільність при +15°C : 0,88 г/см³ DIN 51757

В'язкість при +40°C : 32 мм² /сек DIN 51562

В'язкість при +100°C : 5,4 мм² /сек DIN 51562

Індекс в'язкості : 99 DIN ISO 2909

Темп. займання : 214 °C DIN ISO 2592

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Темп. каплепадения : -24 °C DIN ISO 3016

Кислотне число : 0,5 мг КОН/г DIN 51558

На рис.2.3 зображена характеристика зміни в'язкості масла HLP46 від температури у порівнянні з іншими рідинами.

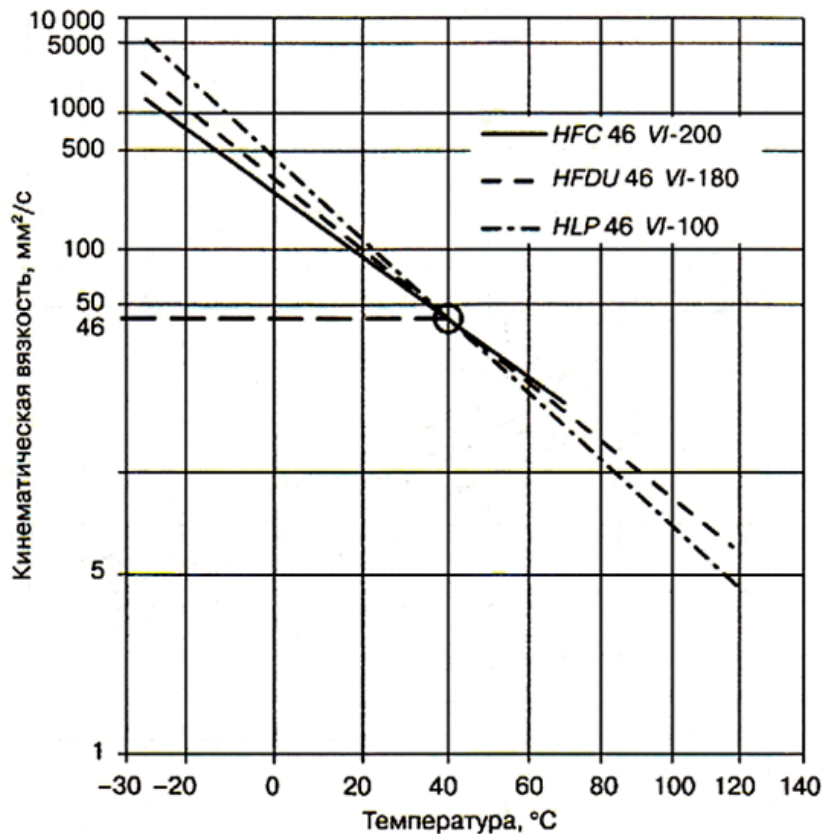


Рис 2.3.Характеристика зміни в'язкості робочої рідини.[14]

2.4 Розрахунок гідравлічної системи

Вихідні данні:

- Тиск в системі $P = 25$ МПа
- Витрата $Q = 14$ л/хв
- Навантаження на гідроциліндри Ц1-Ц4 , $F = 88.2$ кН
- Навантаження на гідроциліндри Ц5-Ц6, $F = 39,2$ кН
- Навантаження на гідроциліндри Ц7-Ц10, $F = 9,8$ кН

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.1 Розрахунок витрат

Циліндр Ц1: діаметр поршня $D_1=0,080\text{м}$ і штока $d_1=0,040\text{м}$, довжина ходу $l_1=0,45\text{м}$; $V_1=1,5\text{м}^3/\text{хв}$.

Циліндр Ц1=Ц2=Ц3=Ц4.

Визначаємо площі циліндра :

$$F_{1.1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.080^2}{4} = 5,04 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

$$F_{1.2} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(0.08^2 - 0.04^2)}{4} = 3,76 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

Циліндр Ц5: діаметр поршня $D_1=0,11\text{м}$ і штока $d_1=0,08\text{м}$, довжина ходу $l_1=3,8\text{м}$; $V_5=1\text{м}^3/\text{хв}$. Ц5=Ц6.

Визначаємо площі циліндра:

$$F_{5.1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.11^2}{4} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

$$F_{5.2} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(0.11^2 - 0.08^2)}{4} = 4,47 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

циліндр Ц7: діаметр поршня $D_1=0,080\text{м}$ і штока $d_1=0,040\text{м}$, довжина ходу $l_1=0,35\text{м}$; $V_7=2\text{м}^3/\text{хв}$. Циліндр Ц7=Ц8=Ц9=Ц10.

Визначаємо площі циліндра:

$$F_{7.1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.080^2}{4} = 5,04 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

$$F_{7.2} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(0.08^2 - 0.04^2)}{4} = 3,76 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спрацювання циліндрів Ц1,Ц2,Ц3,Ц4.

Рух вниз:

$$Q_{1.1} = F_{1.1} \cdot V_1 = 5,04 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 = 7,56 \text{ л/хв},$$

$$t=18\text{с}.$$

Рух вгору:

$$Q_{1.2} = F_{1.2} \cdot V_1 = 3,76 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 = 5,64 \text{ л/хв} ,$$

$$t=18\text{с}.$$

Спрацювання циліндрів Ц5,Ц6.

Рух вгору:

$$Q_{5.1} = F_{5.1} \cdot V_5 = 9,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 9,4 \text{ л/хв} ,$$

$$t=228\text{с}.$$

Рух вниз:

$$Q_{5.2} = F_{5.2} \cdot V_5 = 4,47 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 4,47 \text{ л/хв} ,$$

$$t=228\text{с}.$$

Спрацювання циліндрів Ц7,Ц8,Ц9,Ц10.

Рух вгору:

$$Q_{7.1} = F_{7.1} \cdot V_7 = 5,04 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 10,08 \text{ л/хв},$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t=10\text{с.}$$

Рух вниз:

$$Q_{7.2} = F_{7.2} \cdot V_7 = 3,76 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 7,52 \text{ л/хв} ,$$

$$t=10\text{с.}$$

2.4.2 Розрахунок тисків

Спрацювання циліндрів Ц1,Ц2,Ц3,Ц4:

$$P = \frac{F}{F} \cdot \psi = \frac{88290 \text{ Н}}{5024 \text{ мм}^2} \cdot 1,33 = 23,36 \text{ МПа.}$$

Спрацювання циліндрів Ц5,Ц6:

$$P = \frac{F}{F} \cdot \psi = \frac{39240 \text{ Н}}{9498,5 \text{ мм}^2} \cdot 1,33 = 5,49 \text{ МПа.}$$

Спрацювання циліндрів Ц7,Ц8,Ц9,Ц10:

$$P = \frac{F}{F} \cdot \psi = \frac{9810 \text{ Н}}{5024 \text{ мм}^2} \cdot 1,33 = 2,59 \text{ МПа.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.2

Розрахунок витрат та тисків в гідросистемі

Таблиця 2.2

	Ц1,Ц2,Ц3,Ц4	Ц5,Ц6	Ц7,Ц8,Ц9,Ц10
Витрата Q, л/хв	7,56	9,4	10,08

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тиск Р, МПа	23,36	4,47	2,59
-------------	-------	------	------

2.4.3 Розрахунок гідравлічних втрат

Визначення дійсної швидкості.

За діаметром визначаємо дійсну швидкість руху рідини в трубопроводі:

- на всмоктувальній ділянці:

$$V_{\text{вс}} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0.010^2 \cdot 60} = 2,97 \text{ м/с}$$

- на напірній ділянці:

$$V_{\text{нап}} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 10,08 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,010^2 \cdot 60} = 2,14 \text{ м/с}$$

- на зливній ділянці:

$$V_{\text{зл}} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 10,08 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,010^2 \cdot 60} = 2,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя.

Гідравлічні втрати в гідролініях складаються із втрат на гідравлічне тертя Δp_T , втрат у місцевих опорах Δp_M і втрат у гідроапаратах Δp_θ .

Втрати тиску на тертя

$$\Delta p_T = \frac{(0,5 \lambda l \rho V^2)}{d_T},$$

де λ - коефіцієнт тертя; l - довжина ділянки; ρ - щільність; V - середня швидкість рідини, d_T - діаметр труби або шланга.

Коефіцієнт тертя λ залежить від режиму плинності рідини й визначається по числу Рейнольдса:

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

де ν - кінематична в'язкість рідини.

При ламінарному русі рідини ($Re < 2320$).

Враховуючи можливість звуження і викривлення перерізу труби при практичних розрахунках приймають:

$$\lambda = 75 / Re.$$

При турбулентному русі ($Re \geq 2320$) коефіцієнт тертя λ залежить від числа Рейнольдса, й від відносної шорсткості стінок каналу. Сталеві труби мають шорсткість $\Delta = 0,03\text{мм}$, труби з кольорових металів вважаються практично гладкими.

- всмоктувальна лінія ($l=0,3\text{м}$)

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0.01}{32 \cdot 10^{-6}} = 928 < 2320$ -ламінарний режим

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{928} = 0.08$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,08 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 5954,1 \text{ Па.}$$

- напірна лінія ($l=18,5\text{м}$)

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0.01}{32 \cdot 10^{-6}} = 1070 < 2320$ -ламінарний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{1070} = 0.07$;

Втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{1.1} = l_{2.1} = l_{7.1} = l_{8.1} = 12\text{м.}$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 12 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 173108,88 \text{ Па.}$$

$$l_{1.2} = l_{2.2} = l_{7.2} = l_{8.2} = 12,5 \text{ м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 12,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 180321,75 \text{ Па.}$$

$$l_{3.1} = l_{4.1} = l_{9.1} = l_{10.1} = 2 \text{ м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 2 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 28851,48 \text{ Па.}$$

$$l_{3.1} = l_{4.1} = l_{9.2} = l_{10.2} = 2,5 \text{ м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 2,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 36064,35 \text{ Па.}$$

$$l_{5.1} = 15 \text{ м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 15 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 216386,1 \text{ Па.}$$

$$l_{5.2} = 18,5 \text{ м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 266876,19 \text{ Па.}$$

$$l_{6.1} = 1,5 \text{ м.}$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 1,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 21638,61 \text{Па.}$$

$$l_{6,2} = 5 \text{м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 72128,7 \text{Па.}$$

- зливна лінія (l=0,5м).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{32 \cdot 10^{-6}} = 1070 < 2320$ - ламінарний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{1070} = 0,07;$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,07 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 7934,15 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 280764,44 \text{Па} = 0,280 \text{ МПа}$$

Результати розрахунків заносим у таблицю 2.3

Втрати на гідравлічне тертя в лініях

Таблиця 2.3.

Номер ділянки	L,м	d,м	Q,л/хв	V,м/с	Re	λ	Δp_T ,Па
1(вс)	0,3	0,01	14	2,97	928	0,08	5954,1
2(нап)	8,5	0,01	10,08	2,14	1070	0,07	266879,19

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3(зл)	0,5	0,01	10,08	2,14	1070	0,07	7934,15
-------	-----	------	-------	------	------	------	---------

Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя при різних температурах

1) При температурі -30°C

- всмоктувальна лінія ($l=0,3\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{1100 \cdot 10^{-6}} = 30 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{30} = 2,5$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 297705,37 \text{ Па.}$$

- напірна лінія ($l=18,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{1000 \cdot 10^{-6}} = 21 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{21} = 3,57$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5.2} = 18,5\text{м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 3,57 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 13616132,14 \text{ Па.}$$

- зливна лінія ($l=0,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{1000 \cdot 10^{-6}} = 21 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{21} = 3,57$;

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 3,57 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 368003,57 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 14281841,08 \text{ Па} = 14,3 \text{ МПа.}$$

2) При температурі -20°C .

- всмоктувальна лінія ($l=0,3\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{500 \cdot 10^{-6}} = 59 < 2320$ -ламінальний

режим

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{59} = 1,27$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 1,27 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 151234,33 \text{ Па.}$$

- напірна лінія ($l=18,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{500 \cdot 10^{-6}} = 43 < 2320$ -ламінальний

режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{43} = 1,74$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5.2} = 18,5\text{м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 1,74 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 6633779,59 \text{ Па.}$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зливна лінія ($l=0,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{500 \cdot 10^{-6}} = 43 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{43} = 1,74$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 1,74 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 179291,34 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 6964305,26 \text{ Па} = 6,96 \text{ МПа.}$$

3) При температурі -10°C .

- всмоктувальна лінія ($l=0,3\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{390 \cdot 10^{-6}} = 76 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{76} = 0,98$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,98 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 116700,5 \text{ Па.}$$

- напірна лінія ($l=18,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{390 \cdot 10^{-6}} = 54 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{54} = 1,38$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5.2} = 18,5\text{м.}$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 1,38 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 5295162,5 \text{ Па.}$$

- зливна лінія (l=0,5м).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{390 \cdot 10^{-6}} = 54 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{54} = 1,38$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 1,38 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 143112,5 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 5554975,5 \text{ Па} = 5,55 \text{ МПа}$$

4) При температурі 0°C.

- всмоктувальна лінія (l=0,3м).

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{210 \cdot 10^{-6}} = 142 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{142} = 0,52$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,52 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 62895,501 \text{ Па.}$$

- напірна лінія (l=18,5м).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{210 \cdot 10^{-6}} = 102 < 2320$ -ламінальний режим.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{102} = 0,73$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5.2} = 18,5\text{м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,73 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 2783137,41\text{Па.}$$

- зливна лінія ($l=0,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{210 \cdot 10^{-6}} = 102 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{102} = 0,73$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,73 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 75219,93 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 2920280,058\text{Па} = 2,92 \text{ МПа.}$$

5) При температурі $+10^\circ\text{C}$.

- всмоктувальна лінія ($l=0,3\text{м}$)

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{75 \cdot 10^{-6}} = 396 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{396} = 0,19$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,19 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 22553,43 \text{ Па.}$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- напірна лінія ($l=18,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{75 \cdot 10^{-6}} = 285 < 2320$ -ламінарний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{285} = 0,26$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5,2} = 18,5\text{м}.$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,26 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 991254,42\text{Па}.$$

- зливна лінія ($l=0,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{75 \cdot 10^{-6}} = 285 < 2320$ -ламінарний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{285} = 0,26$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,26 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 26790,66\text{ Па}.$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 1040598,51\text{Па} = 1,04\text{ МПа}.$$

6) При температурі $+20^\circ\text{C}$.

- всмоктувальна лінія ($l=0,3\text{м}$)

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{50 \cdot 10^{-6}} = 594 < 2320$ -ламінарний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{594} = 0,126$

втрати на гідравлічне тертя:

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,126 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 15035,62 \text{ Па.}$$

- напірна лінія (l=18,5м)

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{50 \cdot 10^{-6}} = 428 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{428} = 0,175$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5,2} = 18,5 \text{ м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,175 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 668081,24 \text{ Па.}$$

- зливна лінія (l=0,5м)

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{50 \cdot 10^{-6}} = 285 < 2320$ -ламінальний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{428} = 0,175$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,175 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 18056,25 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 701173,11 \text{ Па} = 0,701 \text{ МПа.}$$

7) При температурі +30°C.

- всмоктувальна лінія (l=0,3м)

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 2,97 \cdot \frac{0,01}{38 \cdot 10^{-6}} = 782 < 2320$ -ламінарний режим.

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{782} = 0,095$

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,095 \cdot 0,3 \cdot 900 \cdot 2,97^2}{0,01} = 11420,92 \text{ Па.}$$

- напірна лінія ($l=18,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{38 \cdot 10^{-6}} = 563 < 2320$ -ламінарний режим,

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{563} = 0,133$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$l_{5,2} = 18,5\text{м.}$$

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,133 \cdot 18,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 507884,14\text{Па.}$$

- зливна лінія ($l=0,5\text{м}$).

коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,14 \cdot \frac{0,01}{38 \cdot 10^{-6}} = 563 < 2320$ -ламінарний режим

коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{563} = 0,133$;

втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,133 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot 2,14^2}{0,01} = 13726,59 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma \Delta p_T = 533031 \text{ Па} = 0,533 \text{ МПа.}$$

Результати заносимо до таблиці 2.4, та будуємо графік представлений рис 2.4

Втрати тиску в лінях в залежності від температури

Таблиця 2.4

Температура °C	Втрати тиску в лінях (Па)			Сумарні втрати ,Па
	Всмоктувальна лінія	Напірна лінія	Зливна лінія	
-30	297705,37	13616132,14	368003,57	14281841,08
-20	151234,33	6633779,59	179291,34	6964305,26
-10	116700,5	5295162,5	143112,5	5554975,5
0	62895,5	2783137,41	75219,93	2920280,058
+10	22553,43	991254,42	26790,66	1040598,51
+20	15035,62	668081,24	18056,25	701173,11
+30	11420,82	507884,14	13726,59	533031

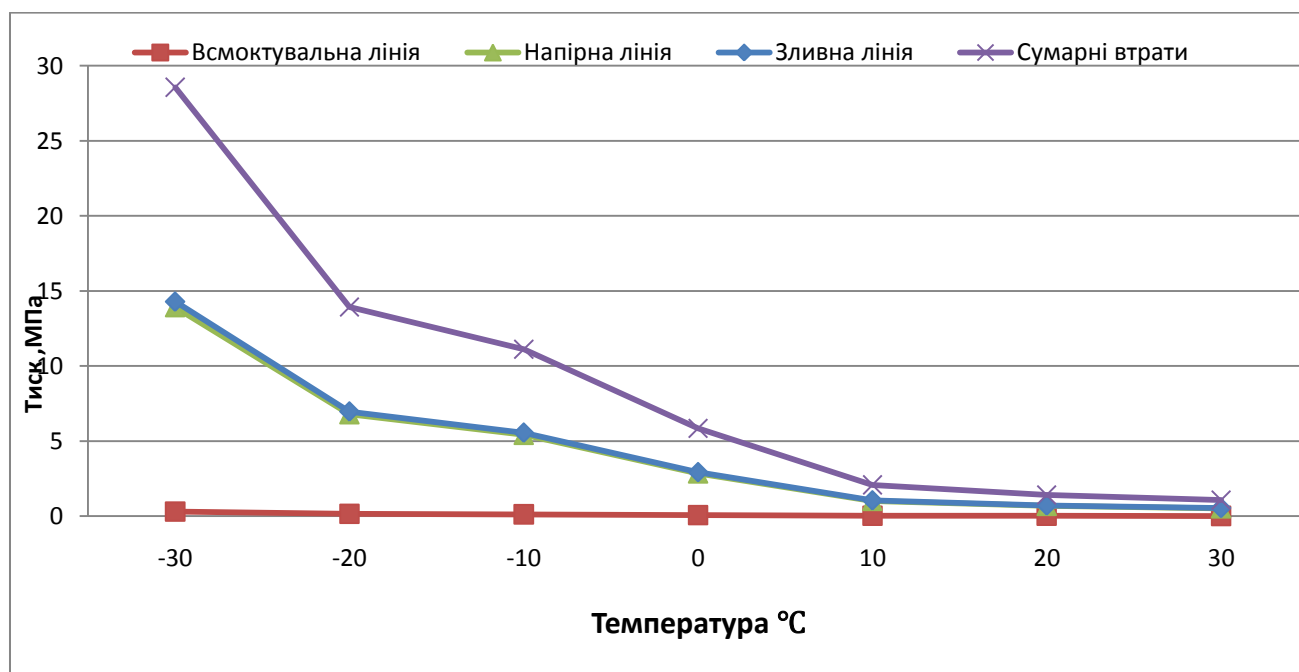


Рис 2.4 . Залежність втрат в лінях від температури

Визначення втрат у місцевих опорах:

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При $Re > 105$ коефіцієнт тертя практично не залежить від Re і можна прийняти $\xi = 0,02$. Втрати на місцевих опорах визначимо по формулі:

$$\Delta p_M = 0.5 \rho \xi V^2;$$

де: ξ - коефіцієнт місцевого опору. Для основної системи та системи задатчика переміщення:

Трійник:

$$\Delta p_M = 0.5 \cdot 1015 \cdot 2.5 \cdot 5^2 = 31718 \text{ Па} = 0.032 \text{ МПа};$$

Зворотній клапан:

$$\Delta p_M = 0.5 \cdot 1015 \cdot 2.5 \cdot 5^2 = 31718 \text{ Па} = 0.032 \text{ МПа};$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 2.5.

Втрати тиску у місцевих опорах

Таблиця 2.5

Вид опору	Кількість	ξ	Δp_M , МПа	$\Delta p_{M\Sigma}$, МПа
трійник	47	2,5	0.032	1,504
Зворотній клапан	1	2,5	0.032	0,032

Визначення втрат у гідроапаратах.

Втрати в гідравлічних апаратах, установлених на ділянці що розраховується, наведені в довідниках і каталогах на гідроапаратуру й вибираються для максимальної витрати через гідроапарат. Якщо для конкретного випадку витрата менше максимального, то табличні значення втрат необхідно перерахувати по формулі:

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_{\partial} = \Delta p_M \left(\frac{Q_{\partial}}{Q_H} \right)^2,$$

де $\Delta p_{\Gamma A}$ - втрати тиску на гідроапараті при відповідній дійсності значення витрати Q_d ; Δp_M - втрати тиску, взяті по каталозі при максимальному значенні витрати Q_H .

При послідовному з'єднанні загальні втрати тиску являють собою суму втрат тиску на всіх ділянках:

$$\Delta p_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n_1} \Delta p_{Ti} + \sum_{i=1}^{n_2} \Delta p_{Mi} + \sum_{i=1}^{n_3} \Delta p_{\partial i}.$$

- Фільтр Ф1: $\Delta p_z = 0,05 \text{ МПа}$;
- Фільтр Ф2: $\Delta p_z = 0,01 \text{ МПа}$;
- Зворотній клапан ЗК: $\Delta p_z = 0,025 \text{ МПа}$;
- Розподільники Р1,Р2,Р3,Р4,Р5,Р6: $\Delta p_z = 0,025 \text{ МПа}$;
- Розподільники Р7,Р8: $\Delta p_z = 0,02 \text{ МПа}$
- Клапан тиску КТ1: $\Delta p_z = 0,03 \text{ МПа}$;
- Клапан тиску КТ2: $\Delta p_z = 0,02 \text{ МПа}$;
- Дільник потоку ДП1,ДП2,ДП3: $= 0,02 \text{ МПа}$

2.5 Тепловий розрахунок.

При роботі гідроприводу внаслідок механічних, гідравлічних і об'ємних втрат відбувається виділення теплової енергії, що йде на нагрівання гідрообака з маслом, а також розсіюється в навколишній простір.

Кількість теплоти Q , кДж, виділеної в гідроприводі за 1 год. роботи t визначають різницею споживаної NH і ефективної NE потужностей (кВт),

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: p_H —тиск на виході насоса, Q_H —подача насоса, η_H -повний ККД насоса, p —тиск у гідродвигуні, Q —витратагідродвигуна, η_δ -повний ККД гідродвигуна.

Кількість теплоти , що виділяється в гідроприводі за 1 год. роботи, відповідно маємо:

$$\begin{aligned}\theta &= 3600(N_{\Pi} - N_B) = 3600 \left(\frac{p_{Hi} \cdot Q_{Hi}}{\eta_H} - p_i \cdot Q_i \cdot \eta_d \right) \\ &= 3600 \left(\frac{27 \cdot 10^5 \cdot 0.014}{0.95} - 25 \cdot 10^5 \cdot 0.011 \cdot 0.96 \right) \\ &= 21168 \text{кДж/год}\end{aligned}$$

Перевищення сталої температури масла в баку над температурою навколишнього середовища:

$$\Delta t = \frac{\theta}{k \cdot F} = \frac{21168}{63 \cdot 0.77} = 85,7^\circ\text{C}$$

де $k = 63 \text{кДж} / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ - коефіцієнт теплопередачі від масла до повітря.

Розрахункова площа гідробака;

$$F = 0,064 \sqrt[3]{V_M^2} = 0,064 \sqrt[3]{42^2} = 0,77 \text{м}^2$$

Об'єм масла в гідробаку не повинен перевищувати двох-трьоххвилинної подачі насоса:

$$V_M = (2 \dots 3) Q_{HXB} = 3 \cdot 14 = 42 \text{л}$$

Максимальна температура робочої рідини:

$$t_{\max} = t_{\text{нов}} + \Delta t = 25 + 85.7 = 110.7^\circ\text{C}.$$

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як t_{max} перевищує $70^{\circ}C$ тоді теплообмінник треба встановлювати.
 Вибираємо теплообмінник Вибираєм теплообмінник Danfoss XB 51L-1-30
 Кількість пластин-30.

2.6 Розрахунок гідроциліндра на тривкість.

2.6.1 Розрахунок товщини стінки гідроциліндра.

Матеріал гільзи обираємо Ст 25 ГОСТ 1050-88 $[\sigma_B] = 450 MPa$,

Для розрахунку товщини стінки застосуємо третю і четверту теорію міцності, як для деталей з в'язких матеріалів:

$$S = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_{don}}{\sigma_{don} - 1,73 \cdot p}} - 1 \right)$$

де $D=110$ мм – внутрішній діаметр гільзи циліндра;

$$\sigma_{don} = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{450}{3} = 150 MPa \text{ .- напруга, що допускається;}$$

$n=3$ – коефіцієнт запасу міцності,

$$S = \frac{110}{2} \left(\sqrt{\frac{150}{150 - 1,73 \cdot 22}} - 1 \right) = 8,86 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $S=9$ мм.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.2 Розрахунок різьбових з'єднань.

2.6.3

$$\sigma = \frac{4P_p}{\pi \cdot d_b^2 \cdot z}$$

де P_p -розрахункове навантаження $P_p = k \cdot p$, z = кількість різьбових з'єднань $d_b = d_o - S_p$ d_o - зовнішній діаметр різьби , S_p - крок різьби

$$\sigma = \frac{4 \cdot 39240 \cdot 3}{3,14 \cdot 108,5^2 \cdot 2} = 6,36 \text{ МПа.}$$

$$\tau = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T$$

Приведена напруга в різбленні

$$\tau = 0,25 \cdot 450 = 112,5 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{6,36^2 + 3 \cdot 112,5^2} = 195 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу по пластичних деформаціях.

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{пр}}} \geq 1,2 \dots 2,5$$

$$n = \frac{450}{195} = 2,3$$

2.6.4 Розрахунок демпфера.

М-маса рухомих частин;

Р-середня сила опору демпфера ;

L-довжина кільцевого зазору ;

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

v -швидкість переміщення;

$v = 0,3 \text{ м/сек}$, $L = 100 \text{ мм}$, $W = 20 \text{ см}^3$, $M = 100 \text{ кг сек}^2/\text{м}$, $d = 50 \text{ мм}$
 $\gamma = 0,85 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$.

$$P = \frac{M \cdot v^2}{2 \cdot L} = \frac{100 \cdot 0,09}{2 \cdot 0,1} = 50 \text{ кг}.$$

$$a = \frac{P}{M} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ м/сек}^2.$$

$$T = \frac{2 \cdot v}{a} = \frac{2 \cdot 0,3}{0,5} = 1,2 \text{ сек}.$$

$$Q = \frac{W}{T} = \frac{20}{1,2} = 16,6 \frac{\text{см}^3}{\text{сек}}.$$

$$\Delta p = \frac{P}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{50}{0,785 \cdot 25} = 2,5 \text{ кг/см}^2.$$

$$z = \frac{Q \cdot \sqrt{\gamma}}{\mu \cdot \pi \cdot d \cdot \sqrt{\Delta p}} = \frac{16,6 \cdot \sqrt{0,85}}{0,625 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot \sqrt{2,5 \cdot 31,4}} = 0,03 \text{ см}.$$

Висновки до розділу 2

В даному розділі був опис роботи нашої гідравлічної системи. Були зроблені розрахунки гідравлічної системи, а саме розрахунки витрати, тиску, втрат. Також в розділі наведений тепловий розрахунок і відповідно до нього підібраний теплообмінник для даної системи та зроблений розрахунок товщини стінки гідроциліндра Ц6 (рис.2.2) та демпфера встановленого з конструктивних міркувань на циліндр Ц5 та Ц6. Зроблений короткий опис модернізації гідравлічної системи.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Технологічний процес — це впорядкована послідовність взаємопов'язаних дій та операцій, що виконуються над початковими даними до отримання необхідного результату.

Технологічний процес являє собою сукупність різних операцій, у результаті виконання яких змінюються розміри, форма, властивості предметів праці, виконується з'єднання деталей у складальні одиниці й вироби, здійснюється контроль вимог креслеників і технічних умов.

Розробкою технологій на виробництві займаються технологи, інженери, конструктори, програмісти й інші фахівці у відповідних сферах. Проектування технологічного процесу і його налагодження є однією з основних функцій технологічної підготовки виробництва.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1. Технологічний контроль креслення

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі, вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі. Проаналізувавши креслення валу на рис. 4.1. можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Не вказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82. Допуски форми і розміщення поверхонь проставлені з ГОСТ 24643-81. Вимоги до точності виготовлення поверхонь (проставлені в відповідності з ГОСТ 24643-81).

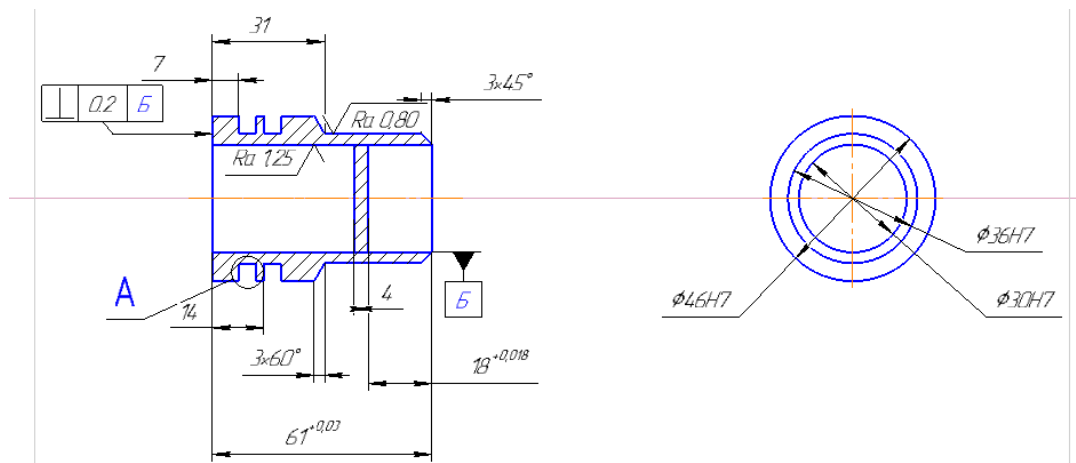


Рис 3.1. Демпфуюча втулка

3.2 Аналіз технології виробництва деталі та вибір заготовки

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основа цієї деталі буде виготовлена з прутка АК4.Т1 КР 50 ГОСТ 21488-97

- границя міцності на розтяг (тимчасовий опір) $\sigma_B = 365 - 390$ МПа;
- відносне видовження після розриву $\delta = 6\%$;
- твердість не більше $HV_{10}^{-1} = 109 - 117$ МПа;
- густина $\rho = 2800$ кг/м³

3.3 Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки поверхонь

На рис 3.2 зображена заготовка

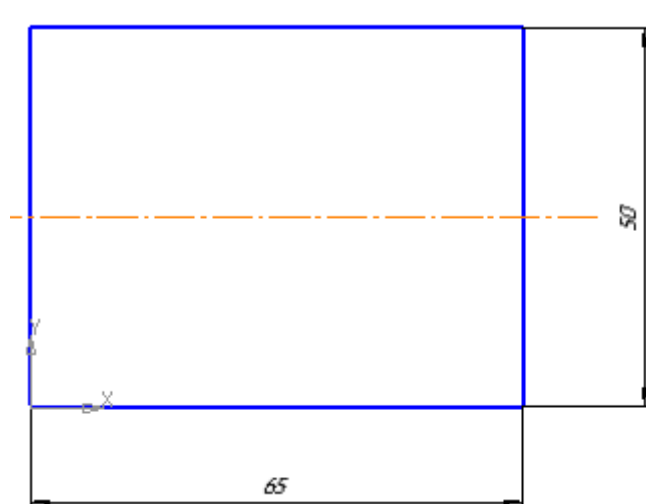


Рис.3.2. Заготовка

005 . Токарна обробка

Дія :Обробка бази

Обладнання: Токарний верстат 03 - Середній (патрон 6-12 ")

Різальний інструмент:різець CoroTurn® Prime DCLNR 2525M 16 t=2мм
R=0,183мм/об S=416 м/хв

На рис 3.3 зображена операція (токарна)

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

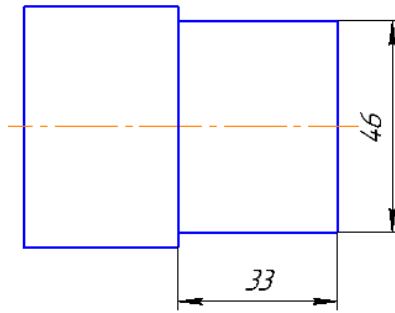


Рис.3.3 .Токарна операція

010. Токарна Обробка

Дія :Обробка контуру

Різальний інструмент :Різець CoroTurn® PrimeDSBNR 2020K 12

$t=2,7$ $R=0,362\text{мм/об}$ $S=333\text{м/хв}$

На рис 3.4 зображена операція (токарна)

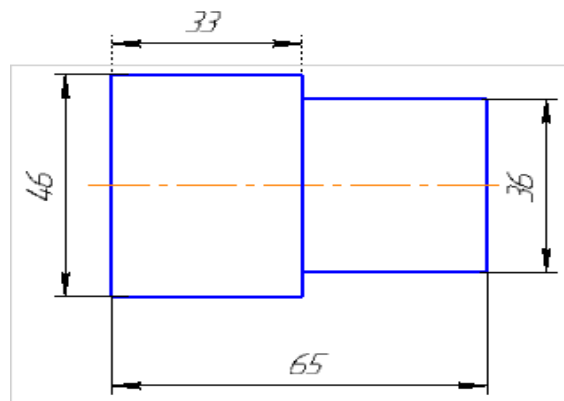


Рис.3.4.Токарна операція

015 Токарна обробка

Дія :Обробка торця

Різальний інструмент:Різець CoroTurn® Prime DSSNR 2020K 12

$t=2\text{мм}$ $R=0,707\text{мм/об}$ $S=289\text{м/хв}$

На рис 3.5 зображена операція (токарна)

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

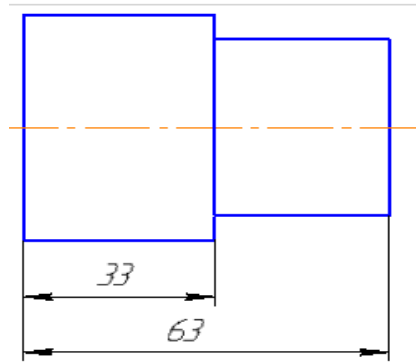


Рис.3.5 Токарна операція

020 Токарна обробка

Дія :Зняття фасок

Різальний інструмент :Різець CoroTurn® Prime DCLNR 2525M 16

$t=2\text{мм}$ $R=0,183\text{мм/об}$ $S=416\text{ м/хв}$

На рис 3.6 зображена операція (токарна)

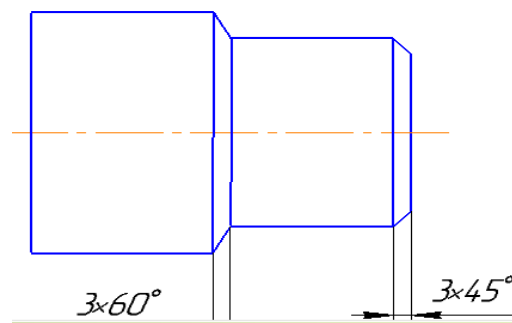


Рис.3.6Токарна операція

025 Токарна обробка

Дія: Сверління

Різальний інструмент: Різець CoroDrill 880-D2000L25-02

$D=20\text{мм}$ $R=0.18\text{мм/об}$ $S=201\text{м/хв}$

На рис 3.7 зображена операція (токарна)

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

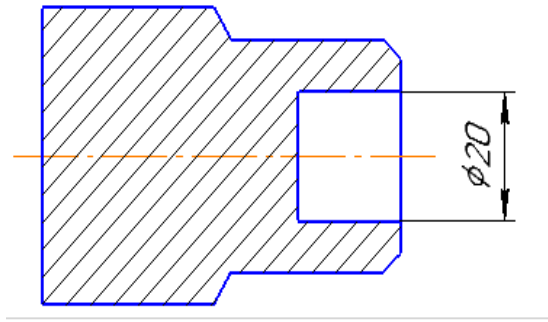


Рис.3.7 Токарна операція

030 Токарна обробка

Дія: Обробка отвору

Різальний інструмент :Різець CoroTurn 107 A16R-SSKCR 09-R

$t=1,67\text{мм}$ $R=0,311\text{мм/об}$ $S=354\text{м/хв}$

На рис 3.8 зображена операція (токарна)

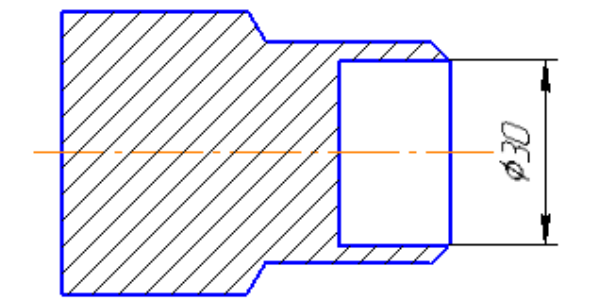


Рис.3.8Токарна операція

035 Токарна обробка

Дія :Сверління

Різальний інструмент :різець CoroDrill 880880-D2000L25-02

$D=20\text{мм}$ $R=0.18\text{мм/об}$ $S=201\text{м/хв}$

На рис 3.9 зображена операція (токарна)

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

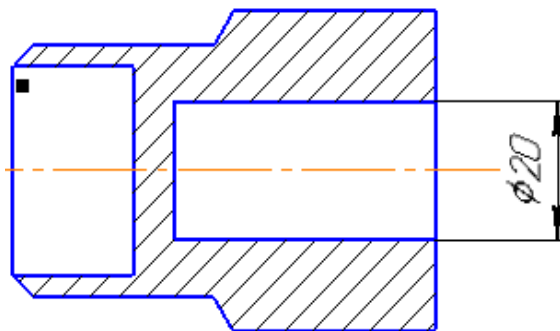


Рис.3.9 .Токарна операція

040 Токарна обробка

Дія: Обробка отвору

Різальний пристрій :Різець CoroTurn 107 A16R-SSKCR 09-R

$t=1,67\text{мм}$ $R=0,311\text{мм/об}$ $S=354\text{м/хв}$

На рис 3.10 зображена операція (токарна)

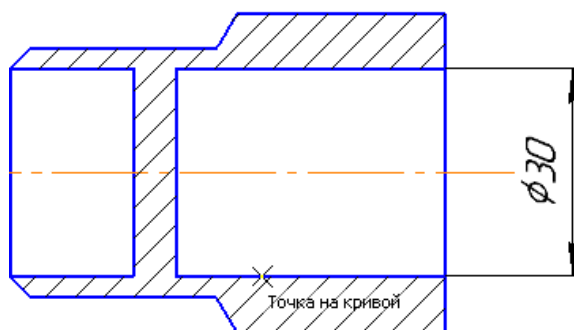


Рис.3.10 Токарна операція

045 Токарна Обробка

Дія : Обробка торця

Різальний інструмент :Різець CoroTurn® Prime DSSNR 2020K 12

$t=2\text{мм}$ $R=0,707\text{мм/об}$ $S=289\text{м/хв}$

На рис 3.11 зображена операція (токарна)

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

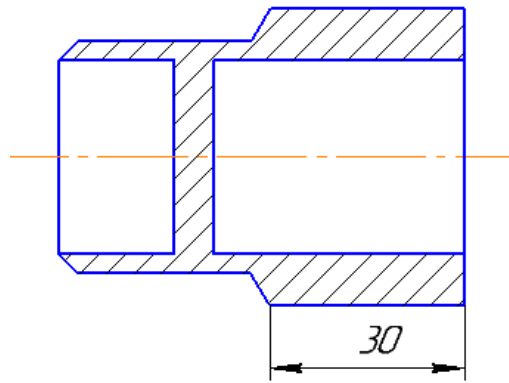


Рис.3.11 .Токарна операція

050 Токарна обробка

Дія: Обробка канавок

Різальний інструмент :Різець CoroCut 1-2 N123J55-25A2

$R=0.12\text{мм/об}$ $S=215\text{м/хв}$

На рис 3.12 зображена операція (токарна)

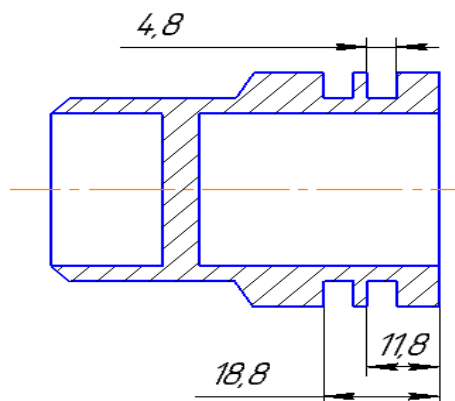
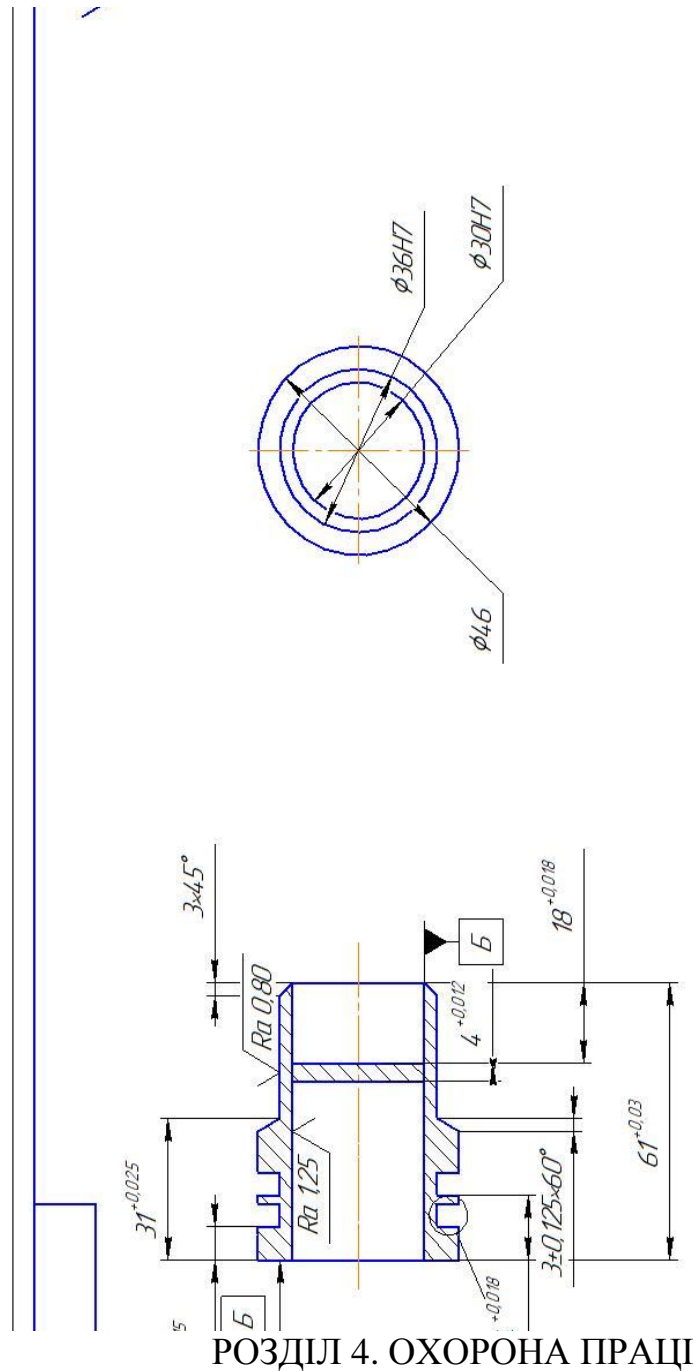


Рис.3.12 .Токарна операція

3.4 Креслення деталі

На (рис 3.13) зображено креслення демпфуючої втулки гідроциліндра з основними розмірами та необхідними шорсткостями .

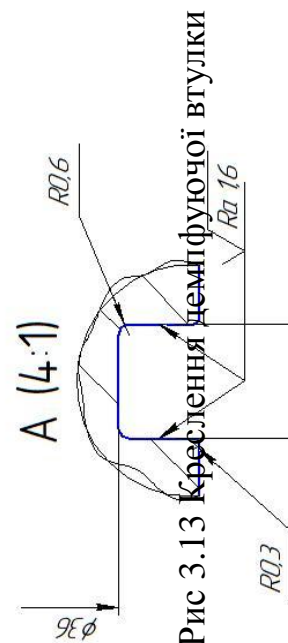
					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі.

Темою дипломної роботи є – «гідравлічний привід атракціону ЕКСТРИМ». У даній роботі досліджені способи модернізації системи з цілю збільшення довгостроковості та надійності системи. Основними небезпечними чинниками є:

- **пожежонебезпека;**



Технічні характеристики

$$1\ H^{14},\ h^{14},\ \pm\ \frac{1714}{2}.$$

					c
					r t
					r t ~
					e
					s

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- небезпека ураженням електричним струмом;
- недостатнє освітлення;
- зорове навантаження;
- мікроклімат.

4.1 Характеристика об'єкту

Розміри приміщення: площа 40кв.м., а об'єм $V = S \cdot h = 40 \cdot 2,7 = 108 \text{ м}^3$. У цьому приміщенні передбачено відповідні параметри температури і чистоти повітря.

На рис 4.1 зображений схематичний план кімнати, де проводяться досліди.

По санітарних нормах площа на одне робоче місце з ПК для дорослих користувачів повинна складати не менше 6.0 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 . [15] Отже, розміри приміщення повністю відповідають санітарним нормам.

Для облицювання стін, стель, підлоги приміщень, слід використовувати матеріали, дозволені органами санітарно-епідеміологічного нагляду, а для внутрішньої обробки інтер'єру – матеріали, що дифузно-відбиваються, з такими коефіцієнтами віддзеркалення: для стелі – 0.7-0.8; для стін – 0.5-0.6; для підлоги – 0.3-0.5.

На рис. 4.1. зображений план кімнати

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

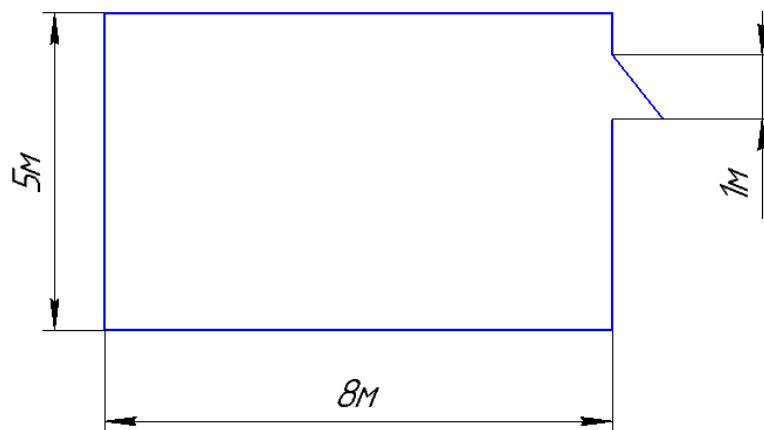


Рис 4.1 План кімнати

4.2 Мікроклімат

В даному приміщенні робота з монітором і ПК є основною, тому воно забезпечується оптимальними параметрами мікроклімату.

Для створення необхідних параметрів мікроклімату у приміщенні застосовується система вентиляції та проводиться провітрювання приміщення.

Вентиляція приміщення досягається видаленням з них нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

Основні параметри мікроклімату (температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на робочому місці) повинні відповідати вимогам [16]. Крім того, необхідно забезпечити необхідні концентрації позитивних і негативних іонів в повітрі робочої зони. Результати досліджень показали, що позитивні іони у великій кількості негативно впливають на розумову і фізичну працездатність (з'являється стомлюваність), на діяльність серцево-судинної системи і системи кровотворення, а негативні іони сприятливо впливають на здоров'ї людини. В таблиці 4.1 приведені норми температури і вологості.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми температури і вологості

Таблиця 4.1

Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Фактична
		Верхня межа	Нижня межа		
1	2	3	4	5	6
Холодний	21 - 24	23	21	40 - 60	57
Теплий	23 - 28	28	25	40 - 60	46

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 23 °С, відносна вологість повітря 46%.

У холодний період року, середня температура складає 23 °С. Значення відносної вологості дорівнює 57%.

Всі показники мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, відповідають вимогам[16], тому мікроклімат приміщення є сприятливим для праці.

4.3 Освітлення

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, зниження уваги, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати що працює. Всі ці причини можуть привести до нещасного випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітлення, визначення необхідного числа світильників, їх типу і розміщення.

Штучне освітлення в приміщеннях для експлуатації ПК повинне здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переважної роботи з документами, слід застосовувати системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування документів).

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300-500 лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване(місцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла - ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 40м², ширина якої 5м, висота–2.7 м. Скористаємося методом світлового потоку[17].

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

де: $E_{\text{еф}}$ – розраховується світловий потік, Лк;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею).
Роботу програміста, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E = 300\text{лк}$;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 40\text{м}^2$);

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай $Z = 1,1$);

k_3 – коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $K = 1,5$);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику.

η - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін (P_c) і стелі (P_n)). Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{cl} = 70\%$, стіни мають світло – сірий колір $\rho_{cn} = 50\%$, підлога з паркету $\rho_p = 30\%$.. Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формул[17]і:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{40}{2.7 \cdot (5+8)} = 1.14$$

де: S – площа приміщення, $S = 40 \text{ м}^2$;

h - розрахункова висота підвісу, $h = 2.7 \text{ м}$;

A - ширина приміщення, $A = 5 \text{ м}$;

B – довжина приміщення, $B = 8 \text{ м}$.

Підставивши значення отримаємо:

Знаючи індекс приміщення I , за таблицею знаходимо $\eta = 0,46$.

Для освітлення використовується люмінесцентні лампи TLD 18W/840 Philips, світловий потік яких $F = 3400 \text{ Лк}$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку E_{ef} :

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\text{ef}} = \frac{3400 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,46}{40 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 379,2 \text{лк}$$

Отже, можна зробити висновки, що освітленість приміщення не достатня, саме тому використовується, ще місцеве освітлення, а от освітленість екрану задовольняє нормам.

4.4 Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

В приміщення одночасно експлуатується і обслуговується 2 персональних ЕОМ, у доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може повністю виключити електричний струм приміщення, крім освітлення. Заземлення електричного щита виконано із заземленням, а розетки лабораторії виконані з захисним зануленням.

Крім того, кожен ПК в приміщенні на випадок перенавантаження електричної мережі, підключений в розетку з окремим запобіжником виключення.

Для підключення іншої переносної електроапаратури використовуються гнучкі проводи в надійній ізоляції, також з додатковим запобіжником вимикання, також електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у приладів і меблів.

Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ 2012 [18] та є придатним та безпечним для роботи.

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Пожежна безпека

Приміщення, в яких встановлені ПК, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і повинні задовольняти вимогам по запобіганню і гасінню пожежі по [19], з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку і пожежної сигналізації.

Меблі в приміщенні лабораторії із МДФ, дверні та віконні переплети із металопластика, корпуса ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів. По вибуху і пожежо-небезпечності приміщення відноситься до категорії В [19].

На основі СНіП II-2-80 [20]будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- несучі стіни, стіни сходових кліток і колони - 2 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках - 1 год.
- зовнішні стіни навісних панелей - 0.25 год.
- внутрішні і зовнішні стіни (перегородки) - 0.25 год.
- плити і настили конструкцій міжповерхових перекриттів – 0.75 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції - 0.25 год.

Необхідний час евакуації складає – 60 секунд. Евакуацію необхідно здійснювати швидко, чітко та без паніки.

Для такого приміщення підбираємо Вогнегасник вуглекислотний ВВК-1,4 (ОУ 2) в кількості 2 шт.

4.6. Забезпечення безпеки при дії небезпечних і шкідливих чинників в робочому приміщенні з ПК

Оператори ПК стикаються з впливом багатьох небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Особливо небезпечною є підвищена напруга

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричної мережі, яка подається на блок живлення системного блоку. Неприятливий вплив на користувача ПК може надавати шум вентиляторів і накопичувачів системного блоку.

У 80% працівників при напруженій зоровій роботі помічається прогресуюче зниження працездатності, що настає через 40-60 хв. і поступово призводить до перевтоми, розладів центральної нервової та інших систем організму. У другій половині дня (іноді раніше) з'являється загальна втома, головний біль, біль в очах. Патентний період зорово- і акустико-моторної реакції до закінчення зміни продовжується відповідно на 14 та 20%; швидкість опрацювання інформації зменшується на 25-34%; стійкість ясного бачення знижується на 40-52%. Під кінець робочого дня частішають серцеві скорочення і підвищуються систолічний та діастолічний артеріальний тиск. У користувачів ПЕОМ вимушена робоча поза і виконання дрібних стереотипних рухів призводить до кісткової - м'язової дискомфорту. Виявляються такі симптоми, як біль у кістках, скутість м'язів, відчуття втоми, судом, оніміння та тремтіння рук. За даними ВОЗ, в операторів і представників інших професій, які працюють з ПЕОМ, внаслідок стресу виникають психічні порушення. Такі розлади, як тривога, дратливість і пригнічення, виявляється у 25-70% операторів.

Для уникнення шкідливої дії ЕОМ існують деякі обмеження по розміщенню комп'ютерів і режиму роботи на них.

Згідно площа одного робочого місця, обладнаного ПЕВМ з іншою оргтехнікою, повинна бути не менше 6 м², відстань між екраном монітора і працівником приймається не менше 0,5м. Для забезпечення безпеки працівників на сусідніх робочих місцях тильної поверхні одного монітора і екрану іншого монітора повинно бути не менше 2м, а відстань між бічними поверхнями моніторів – не менше 1,2м. Шкідливий вплив на очі виявляється в необхідності постійної напруги очей при читанні інформації з екрану, тому для профілактики негативних дій необхідно дотримувати режим роботи і відпочинку. Роботи на ПК більше 6-ти годин в зміну не допускаються. Рівень

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітленості робочого місця при роботі з комп'ютером повинен складати 500лк, монітора – 300лк, при цьому монітор і джерела світла повинні бути розташовані так, щоб не створювати відблисків на поверхні екрану. Постійна напруга рук може привести до «синдрому променезап'ясткового суглоба» того, що викликається навантаженнями, що повторюються, а статична напружена поза при тривалій роботі – до запалення м'язів спини (остеохондрози), захворювань суглобів. Вплив цих шкідливих чинників знижується правильною організацією робочого місця – оптимально підібраними меблями, правильно розміщеними елементами комп'ютера.

Наявність, представлених вище, шкідливих чинників обумовлено вимогами, що пред'являються до приміщень, де використовується комп'ютерна техніка, а саме: площа не менше 6кв.м на одне робоче місце; об'єм приміщення не менше 20м³; відстань з боку зони обслуговування не менше 1,0м; з боку стіни 0,6м; розміри проходів не менше 0,6м.

Висновки до розділу 4

У розділі охорона праці розглянуто умови та безпеку праці, приміщення. Виконані розрахунки загального мікроклімату приміщення, виконали розрахунок освітлення і загалом умови праці на робочому місці. Розрахунок освітлення показав що природного освітлення в кімнаті буде недостатньо для нормальної роботи. Були підібрані 4 люмінесцентних ламп TLD 18W/840 Philips (по 1 лампи в 4 світильниках). Проаналізували пожежну безпеку в приміщенні, та дійшли висновку, що вона відповідає вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Скрицкий В.Я., Рокшевский В.А. «Синхронизация исполнительных органов гидрофицированных машин и механизмов» 1973г.
2. Сахно Ю. А. Многопоточные гидравлические делители / Ю. А. Сахно. - М.: Ма- шиностроение, 1988. – 160 с.
3. Буренніков Ю. А. Гідравліка і гідропневмопривід: Навчальний посібник. Ч. 1 / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. - Вінниця: ВНТУ, 2003.
4. Навроцкий К. Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов. Москва: Машиностроение, 1991. .
5. Гідроприводи та гідро- пневмоавтоматика: підручник / В. О. Федорець та ін. Київ: Вища школа, 1995. 464 с.
6. Сахно Ю. А. Гидравлические делители и сумматоры потоков / Ю. А. Сахно, М. Б. Та- угер. - М.: Машиностроение, 1972.
7. Свешников В.К. «Станочные гидроприводы» 2008г.
8. Марутов В.А., Павловский С.А. «Гидроцилиндры» 1966г.
9. Сборник «Научно-технические ведомости СПбГПУ» 6'(70) 2008г.
10. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода: Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Київ: Техніка, 1977. - 322 с.
11. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. - М. : Маши- ностроение, 1977. - Т. 1-3.
12. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. - 464 с.
13. Марутов В.А., Павловский С.А, Гидроцилиндры. Конструкции и расчет. – М.:Машиностроение, 1966 – 169с.
14. В.А. Трофимов Рабочие жидкости систем гидроприода, 2009. База нормативних документів <http://csm.kiev.ua/>
15. Санітарні норми приміщення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://sop.zp.ua/norm_dsn02.php
16. Основні параметри мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://library.if.ua/book/29/1941.html>

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Метод світлового потоку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://studentbooks.com.ua/content/view/1335/76/1/1/>

18. Правила налаштування електроустановок [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://isksvitlo.if.ua/wp-content/uploads/2015/09/Правила-улаштування-електроустановок.pdf>

19. Загальні вимоги пожежної безпеки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: ua.textreferat.com/referat-2177.html

20. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293833/4293833010.htm>

					МА51__ДП01.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		